

DOCKET NO.: 264189US3PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hiroshi SHINRIKI, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/08317

INTERNATIONAL FILING DATE: July 1, 2003

FOR: METHOD OF CLEANING SUBSTRATE-PROCESSING DEVICE AND SUBSTRATE-PROCESSING DEVICE

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Japan	2002-197365	05 July 2002
Japan	2002-357945	10 December 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/08317.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



C. Irvin McClelland
Attorney of Record
Registration No. 21,124
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

Rec'd

04 JAN 2005
10/51040

REC'D 15 AUG 2003

WIPO

PCT

PCT/JP03/08317

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

24.07.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年12月10日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-357945

[ST.10/C]:

[JP2002-357945]

出 願 人
Applicant(s):

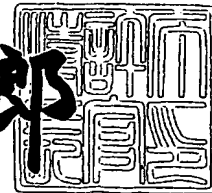
東京エレクトロン株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 6月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3051606

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP020211

【提出日】 平成14年12月10日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/205

【発明の名称】 基板処理装置のクリーニング方法および基板処理装置

【請求項の数】 27

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 神力 博

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 土橋 和也

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 鈴木 幹夫

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 真柄 敬

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100077849

 【弁理士】

特 2002-357945

【氏名又は名称】 須山 佐一

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-197365

【出願日】 平成14年 7月 5日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014395

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9104549

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板処理装置のクリーニング方法および基板処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板処理装置の内部チャンバ内に基板を収容して前記基板に処理を施した後、前記内部チャンバの温度を前記基板の処理時における前記内部チャンバの温度より高め、かつ前記内部チャンバと前記内部チャンバを収容した外部チャンバとの間の空間を排気した状態で、前記内部チャンバ内にクリーニングガスを供給して、前記内部チャンバ内に付着している被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴とする基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 2】 前記クリーニング工程は、前記外部チャンバを冷却しながら行われることを特徴とする請求項 1 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 3】 前記外部チャンバは、金属で形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 4】 前記クリーニング工程は、前記クリーニングガスを前記内部チャンバ内に収容された基板を支持する基板支持部材の表面に沿って流すことにより行われることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 5】 基板処理装置のチャンバ内に基板を収容して前記基板に処理を施した後、前記チャンバと前記チャンバ内に収容された基板を支持する基板支持部材とに温度差を設けた状態で、前記チャンバ内にクリーニングガスを供給して、前記チャンバ内に付着している被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴とする基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 6】 前記基板の処理は前記チャンバの温度が前記基板支持部材の温度より低い状態で行われ、かつ前記クリーニング工程は前記チャンバの温度が前記基板支持部材の温度より低い状態で行われることを特徴とする請求項 5 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 7】 前記クリーニング工程は、前記チャンバを 3 5 0℃以上に加熱し、かつ前記基板支持部材を 4 0 0℃以上に加熱した状態で行われることを特

徴とする請求項5又は6記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項8】 前記クリーニング工程は、前記クリーニングガスを前記基板支持部材の表面に沿って流すことにより行われることを特徴とする請求項5乃至7のいずれか1項に記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項9】 前記クリーニングガスは、ケトンを含んでいることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項10】 基板処理装置のチャンバ内に基板を収容して前記基板に処理を施した後、前記チャンバの温度を前記基板の処理時における前記チャンバの温度より高めた状態で、前記チャンバ内にケトンを含むクリーニングガスを供給して、前記チャンバ内に付着している被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴とする基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項11】 前記クリーニング工程は、前記クリーニングガスを前記基板支持部材の表面に沿って流すことにより行われることを特徴とする請求項10記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項12】 前記ケトンは、 β -ジケトンであることを特徴とする請求項9乃至11のいずれか1項に記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項13】 前記 β -ジケトンは、ヘキサフルオロアセチルアセトンであることを特徴とする請求項12記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項14】 前記クリーニング工程は、前記内部チャンバ或いは前記チャンバの温度が前記基板の処理時における前記内部チャンバ或いは前記チャンバの温度より100℃以上高い状態で行われることを特徴とする請求項1乃至13のいずれか1項に記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項15】 前記内部チャンバ或いは前記チャンバは、石英又はセラミックスで形成されていることを特徴とする請求項1乃至14のいずれか1項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項16】 前記被クリーニング物質は、Al、Y、Zr、Hf、La、Ce、Prの少なくとも1元素を含む酸化物であることを特徴とする請求項1乃至15のいずれか1項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項17】 前記クリーニングガスは、活性種を含んでいることを特徴

とする請求項 1 乃至 16 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法

【請求項 18】 前記クリーニング工程は、前記内部チャンバ内或いは前記チャンバ内を排気しながら行われることを特徴とする請求項 1 乃至 17 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 19】 前記内部チャンバ内或いは前記チャンバ内の排気は、前記基板の処理時に使用される排気系とは異なる排気系を使用して行われることを特徴とする請求項 18 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 20】 前記内部チャンバ内或いは前記チャンバ内の排気は、前記被クリーニング物質と前記クリーニングガスとの化学反応により生成された生成物を捕集しながら行われることを特徴とする請求項 18 又は 19 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 21】 前記生成物の捕集は、前記内部チャンバ或いは前記チャンバに近接した位置で行われることを特徴とする請求項 20 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 22】 前記内部チャンバ或いは前記チャンバは、抵抗発熱体により加熱されることを特徴とする請求項 1 乃至 21 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 23】 前記内部チャンバ或いは前記チャンバは、加熱ランプにより加熱されることを特徴とする請求項 1 乃至 21 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 24】 内部チャンバと、
前記内部チャンバを収容した外部チャンバと、
前記内部チャンバ内にクリーニングガスを供給するクリーニングガス供給系と
前記内部チャンバを加熱するチャンバヒータと、
前記内部チャンバと前記外部チャンバとの間の空間を排気する排気系と、
を具備することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 25】 前記チャンバヒータは、前記内部チャンバと前記外部チャ

ンバとの間の空間に配設されていることを特徴とする請求項 2 4 記載の基板処理装置。

【請求項 2 6】 前記チャンバヒータから発せられる熱線を前記内部チャンバに導く反射体をさらに備えることを特徴とする請求項 2 4 又は 2 5 記載の基板処理装置。

【請求項 2 7】 前記外部チャンバは前記チャンバヒータから発せられた熱線を透過する熱線透過窓を有し、かつ前記チャンバヒータは前記外部チャンバ外に配設されていることを特徴とする請求項 2 4 乃至 2 6 のいずれか 1 項記載の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板に処理を施す基板処理装置のクリーニング方法およびクリーニングが行い得る基板処理装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来から、半導体基板、例えばシリコンウェハ（以下、単に「ウェハ」という。）の表面に薄膜を形成する成膜装置として、化学的に薄膜を形成する成膜装置が知られている（特許文献 1 参照）。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 1 5 1 4 8 9 号公報

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記のような成膜装置で次々にウェハに薄膜を形成すると、チャンバ内壁及びチャンバ内に配設されたサセプタ等に付着した付着物が、チャンバ内壁およびサセプタから剥離して、ウェハが汚染されるという問題がある。

【0 0 0 5】

このため、定期的に成膜装置をクリーニングする必要がある。しかしながら、

今だクリーニング条件は確立されておらず、効果的にクリーニングが行われていないという問題がある。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものである。即ち、本発明は、効果的な基板処理装置のクリーニングを行うことができる基板処理装置のクリーニング方法およびそのようなクリーニングが行い得る基板処理装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決しようとする手段】

本発明の基板処理装置のクリーニング方法は、基板処理装置の内部チャンバ内に基板を収容して基板に処理を施した後、内部チャンバの温度を基板の処理時における内部チャンバの温度より高め、かつ内部チャンバと内部チャンバを収容した外部チャンバとの間の空間を排気した状態で、内部チャンバ内にクリーニングガスを供給して、内部チャンバ内に付着している被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置のクリーニング方法は、このようなクリーニング工程を具備しているので、効果的な基板処理装置のクリーニングを行うことができる。また、外部チャンバの温度上昇を抑制することとができる。

【 0 0 0 8 】

上記クリーニング工程は、外部チャンバを冷却しながら行われることが好ましい。外部チャンバを冷却することにより外部チャンバの温度上昇を抑制することができる。

【 0 0 0 9 】

上記外部チャンバは、金属で形成されていることが好ましい。外部チャンバを金属で形成することにより、基板処理装置の機械的強度を高めることができる。また、真空の保持が容易になる。

【 0 0 1 0 】

上記クリーニング工程はクリーニングガスを内部チャンバ内に収容された基板を支持する基板支持部材の表面に沿って流すことにより行われることが好ましい

。クリーニングガスをこのように供給することにより、基板支持部材上から基板支持部材に向けてクリーニングガスを供給するよりも基板支持部材に衝突するクリーニングガスの割合を高めることができ、基板支持部材からより多くの被クリーニング物質を取り除くことができる。

【 0 0 1 1 】

本発明の他の基板処理装置のクリーニング方法は、基板処理装置のチャンバ内に基板を収容して基板に処理を施した後、チャンバとチャンバ内に収容された基板を支持する基板支持部材とに温度差を設けた状態で、チャンバ内にクリーニングガスを供給して、チャンバ内に付着している被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置のクリーニング方法は、このようなクリーニング工程を具備しているので、効果的な基板処理装置のクリーニングを行うことができる。

【 0 0 1 2 】

上記基板の処理はチャンバの温度が基板支持部材の温度より低い状態で行われ、かつクリーニング工程はチャンバの温度が基板支持部材の温度より低い状態で行われることが好ましい。クリーニング工程をこのよう状態で行った場合であっても、効果的にチャンバから被クリーニング物質を取り除くことができる。

【 0 0 1 3 】

上記クリーニング工程は、チャンバを 3 5 0 ℃ 以上に加熱し、かつ基板支持部材を 4 0 0 ℃ 以上に加熱した状態で行われることが好ましい。クリーニング工程をこのような状態で行うことにより、確実に被クリーニング物質を取り除くことができる。

【 0 0 1 4 】

上記クリーニング工程は、クリーニングガスを基板支持部材の表面に沿って流すことにより行われることが好ましい。クリーニングガスをこのように供給することにより、基板支持部材上から基板支持部材に向けてクリーニングガスを供給するよりも基板支持部材に衝突するクリーニングガスの割合を高めることができ、基板支持部材からより多くの被クリーニング物質を取り除くことができる。

【 0 0 1 5 】

上記クリーニングガスは、ケトンを含んでいることが好ましい。クリーニングガスにケトンを含ませることにより、内部チャンバ内或いはチャンバ内から被クリーニング物質を取り除くことができる。

【 0 0 1 6 】

本発明の他の基板処理装置のクリーニング方法は、基板処理装置のチャンバ内に基板を収容して基板に処理を施した後、チャンバの温度を基板の処理時におけるチャンバの温度より高めた状態で、チャンバ内にケトンを含むクリーニングガスを供給して、チャンバ内に付着している被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置のクリーニング方法は、このようなクリーニング工程を具備しているので、効果的な基板処理装置のクリーニングを行うことができる。

【 0 0 1 7 】

上記クリーニング工程は、クリーニングガスを基板支持部材の表面に沿って流すことにより行われることが好ましい。クリーニングガスをこのように供給することにより、基板支持部材上から基板支持部材に向けてクリーニングガスを供給するよりも基板支持部材に衝突するクリーニングガスの割合を高めることができ、基板支持部材からより多くの被クリーニング物質を取り除くことができる。

【 0 0 1 8 】

上記クリーニングガスは、ケトンを含んでいることが好ましい。クリーニングガスにケトンを含ませることにより、内部チャンバ内から被クリーニング物質を取り除くことができる。

【 0 0 1 9 】

上記ケトンは、 β -ジケトンであることが好ましい。ケトンとして、 β -ジケトンを使用することにより、被クリーニング物質を構成する物質の錯体を形成することができる。

【 0 0 2 0 】

上記クリーニング工程は、内部チャンバ或いはチャンバの温度が基板の処理時における内部チャンバ或いはチャンバの温度より 1 0 0 °C 以上高い状態で行われることが好ましい。クリーニング工程をこのような状態で行うことにより、確実

に被クリーニング物質を取り除くことができる。

【0021】

上記内部チャンバ或いはチャンバは、石英又はセラミックスで形成されていることが好ましい。内部チャンバ或いはチャンバをこのような物質から形成することにより、内部チャンバ或いはチャンバを高温に加熱することができる。

【0022】

上記被クリーニング物質は、Al、Y、Zr、Hf、La、Ce、Prの少なくとも1元素を含む酸化物であってもよい。これらの酸化物が内部チャンバ内或いはチャンバ内に付着している場合であっても、確実に内部チャンバ内或いはチャンバ内からこれらの酸化物を取り除くことができる。

【0023】

上記クリーニングガスは、活性種を含んでいることが好ましい。本発明の「活性種」には、ラジカル、イオンが含まれる。クリーニングガスに活性種を含ませることにより、内部チャンバ或いはチャンバから被クリーニング物質を取り除くことができる。

【0024】

上記クリーニング工程は、内部チャンバ内或いはチャンバ内を排気しながら行われることが好ましい。内部チャンバ内或いはチャンバ内を排気しながらクリーニング工程を行うことにより、短時間でクリーニングを終了させることができる。

【0025】

上記内部チャンバ内或いはチャンバ内の排気は、基板の処理時に使用される排気系とは異なる排気系を使用して行われることが好ましい。このような排気を行うことにより、基板の処理時に使用される排気系内への被クリーニング物質とクリーニングガスとの化学反応により生成された生成物等の付着を抑制することができる。

【0026】

上記内部チャンバ内或いはチャンバ内の排気は、被クリーニング物質とクリーニングガスとの化学反応により生成された生成物を捕集しながら行われることが

好ましい。生成物を捕集しながら排気を行うことにより、クリーニング時に使用される排気系への生成物の付着を抑制することができる。

【0027】

上記生成物の捕集は、内部チャンバ或いはチャンバに近接した位置で行われることが好ましい。このような位置で生成物の捕集を行うことにより、クリーニング時に使用される排気系への生成物の付着をより抑制することができる。

【0028】

上記内部チャンバ或いはチャンバは、抵抗発熱体により加熱されてもよい。抵抗発熱体を使用することにより、内部チャンバ或いはチャンバを容易に所定の温度に加熱することができる。

【0029】

上記内部チャンバ或いはチャンバは、加熱ランプにより加熱されてもよい。加熱ランプを使用することにより、短時間で内部チャンバ或いはチャンバを所定の温度に到達させることができる。

【0030】

本発明の基板処理装置は、内部チャンバと、内部チャンバを収容した外部チャンバと、内部チャンバ内にクリーニングガスを供給するクリーニングガス供給系と、内部チャンバを加熱するチャンバヒータと、内部チャンバと外部チャンバとの間の空間を排気する排気系とを具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置は、クリーニングガス供給系と、チャンバヒータと、排気系とを備えているので、内部チャンバ内のクリーニングを行うことができる。また、外部チャンバの温度上昇を抑制することができる。

【0031】

上記チャンバヒータは、内部チャンバと外部チャンバとの間の空間に配設されていることが好ましい。このような位置にチャンバヒータを配設することにより、内部チャンバを確実に加熱することができる一方、内部チャンバと外部チャンバとの間の空間は排気されるので、チャンバヒータからの熱が外部チャンバに伝わり難くなり、外部チャンバの温度上昇を確実に抑制することができる。

【0032】

上記基板処理装置は、チャンバヒータから発せられる熱線を内部チャンバに導く反射体をさらに備えることが好ましい。反射体を備えることにより、内部チャンバを効率良く加熱することができる。

【 0 0 3 3 】

上記外部チャンバはチャンバヒータから発せられた熱線を透過する熱線透過窓を有し、かつチャンバヒータは外部チャンバ外に配設されていてもよい。外部チャンバに紫外線透過窓を備え、チャンバヒータをこのような位置に配設することにより、チャンバヒータの修理、清掃等のメンテナンスを容易に行うことができる。

【 0 0 3 4 】

【発明の実施の形態】

（第 1 の実施形態）

以下、本発明の第 1 の実施の形態について説明する。図 1 は、本実施の形態に係る A L D 成膜プロセスを行う基板処理装置の構成を示した図である。A L D 成膜プロセスでは、ウェハ上に第 1 の原料ガスと第 2 の原料ガスとを交互に、ウェハ表面に沿って流れる層流の形で供給し、第 1 の原料ガス中の原料ガス分子をウェハ表面に吸着させる。この原料ガス分子を第 2 の原料ガス中の原料ガス分子と反応させることにより 1 分子層分の厚さの膜を形成する。このプロセスを繰り返すことにより、ウェハ表面にゲート絶縁膜として使用可能な高品質な誘電体膜、特に高誘電体膜を形成する。

【 0 0 3 5 】

図 1 に示されるように、基板処理装置 1 0 はウェハ W を隔てて互いに対向する処理ガス導入口 1 3 A および 1 3 B と、ウェハ W を隔てて処理ガス導入口 1 3 A および 1 3 B にそれぞれ対向する細長いスリット状の排気口 1 4 A、1 4 B とを有する処理容器 2 0 0 を備えている。

【 0 0 3 6 】

排気口 1 4 A および 1 4 B は、それぞれコンダクタンスバルブ 1 5 A および 1 5 B を介してトラップ 1 0 0 に接続されている。処理容器 2 0 0 内のガスはトラップ 1 0 0 を介して排気される。また、処理容器 2 0 0 には、処理ガス導入口 1

3 A と併設された処理ガス導入口 13 C が形成されている。

【0037】

処理ガス導入口 13 A は、切替バルブ 16 A の第 1 の出口に接続されている。切替バルブ 16 A は、バルブ 17 A、質量流量コントローラ 18 A、および別のバルブ 19 A を含む第 1 の原料供給ライン 16 a を介してトリメチルアルミニウム (CH_3)₃Al (以下、「TMA」という。) を収容した原料容器 20 A に接続されている。第 1 の原料供給ライン 16 a には、バルブ 21 A、22 A を含む Ar 等の不活性ガスを供給するパージライン 21 a が接続されている。

【0038】

切替バルブ 16 A には、Ar 等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ 23 A およびバルブ 24 A を含むバルブパージライン 23 a が接続されている。切替バルブ 16 A の第 2 の出口はパージライン 100 a を介してトラップ 100 に接続されている。

【0039】

同様に、処理ガス導入口 13 B は、切替バルブ 16 B の第 1 の出口に接続されている。切替バルブ 16 B は、バルブ 17 B、質量流量コントローラ 18 B、および別のバルブ 19 B を含む第 2 の原料供給ライン 16 b を介して H_2O を収容した原料容器 20 B に接続されている。第 2 の原料供給ライン 16 b には、バルブ 21 B、22 B を含む Ar 等の不活性ガスを供給するパージライン 21 b が接続されている。

【0040】

切替バルブ 16 B には、Ar 等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ 23 B およびバルブ 24 B を含むバルブパージライン 23 b が接続されている。切替バルブ 16 B の第 2 の出口は、パージライン 100 b を介してトラップ 100 に接続されている。

【0041】

処理ガス導入口 13 C は、切替バルブ 16 C の第 1 の出口に接続されている。切替バルブ 16 C は、バルブ 17 C、質量流量コントローラ 18 C、および別のバルブ 19 C を含む第 3 の原料供給ライン 16 c を介して $\text{Hf}(\text{t-OC}_4\text{H}_9$

3Aと併設された処理ガス導入口13Cが形成されている。

【0037】

処理ガス導入口13Aは、切替バルブ16Aの第1の出口に接続されている。切替バルブ16Aは、バルブ17A、質量流量コントローラ18A、および別のバルブ19Aを含む第1の原料供給ライン16aを介してトリメチルアルミニウム(CH_3)₃Al（以下、「TMA」という。）を収容した原料容器20Aに接続されている。第1の原料供給ライン16aには、バルブ21A、22Aを含むAr等の不活性ガスを供給するパージライン21aが接続されている。

【0038】

切替バルブ16Aには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Aおよびバルブ24Aを含むバルブパージライン23aが接続されている。切替バルブ16Aの第2の出口はパージライン100aを介してトラップ100に接続されている。

【0039】

同様に、処理ガス導入口13Bは、切替バルブ16Bの第1の出口に接続されている。切替バルブ16Bは、バルブ17B、質量流量コントローラ18B、および別のバルブ19Bを含む第2の原料供給ライン16bを介してH₂Oを収容した原料容器20Bに接続されている。第2の原料供給ライン16bには、バルブ21B、22Bを含むAr等の不活性ガスを供給するパージライン21bが接続されている。

【0040】

切替バルブ16Bには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Bおよびバルブ24Bを含むバルブパージライン23bが接続されている。切替バルブ16Bの第2の出口は、パージライン100bを介してトラップ100に接続されている。

【0041】

処理ガス導入口13Cは、切替バルブ16Cの第1の出口に接続されている。切替バルブ16Cは、バルブ17C、質量流量コントローラ18C、および別のバルブ19Cを含む第3の原料供給ライン16cを介してHf($\text{t-OC}_4\text{H}_9$

)₄ を収容した原料容器 20C に接続されている。第3の原料供給ライン 16c には、バルブ 21C、22C を含み、Ar 等の不活性ガスを供給するパージライン 21c が接続されている。

【0042】

切替バルブ 16C には、Ar 等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ 23C およびバルブ 24C を含むバルブパージライン 23c が接続されている。切替バルブ 16C の第2の出口は、パージライン 100c を介してトラップ 100 に接続されている。

【0043】

処理容器 200 には、クリーニングガス導入口 13D が排気口 14A に併設されている。クリーニングガス導入口 13D は、切替バルブ 16D の第1の出口に接続されている。切替バルブ 16D は、バルブ 17D、質量流量コントローラ 18D、および別のバルブ 19D を含む第4の原料供給ライン 16d を介してヘキサフルオロアセチルアセトン（以下、「Hhfac」という。）を収容した原料容器 20D に接続されている。第4の原料供給ライン 16d には、バルブ 21D、22D を含む Ar 等の不活性ガスを供給するパージライン 21d が接続されている。

【0044】

切替バルブ 16D には、Ar 等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ 23D およびバルブ 24D を含むバルブパージライン 23d が接続されている。切替バルブ 16D の第2の出口は、パージライン 100d、100b を介してトラップ 100 に接続されている。

【0045】

基板処理装置 10 には、成膜プロセスを制御する制御装置 10A が設けられている。制御装置 10A は、切替バルブ 16A～16D およびコンダクタンスバルブ 15A、15B、および後述するチャンバヒータ 220 を制御する。また、制御装置 10A には、後述する光センサが電気的に接続されている。

【0046】

図2は本実施の形態に係る処理容器 200 の内部を模式的に示した図である。

ただし図2中、図1に対応する部分は同一の参照符号で示されている。図2に示されるように、処理容器200は、石英ガラスよりなる内部チャンバ201と、内部チャンバ201の外側に配設されたA1よりなる外部チャンバ202とを有している。

【0047】

内部チャンバ201は、外部チャンバ202中に固定され、外部チャンバ202の一部を構成するカバープレート202Aにより覆われる凹部中に収められている。内部チャンバ201は、凹部内において外部チャンバ202の底面を覆う石英底板201Aと、凹部内において石英底板201Aを覆う石英カバー201Bとから構成されている。

【0048】

内部チャンバ201内には、処理ガス導入口13Aおよび13BがウェハWを隔てて対向するように配設されている。石英底板201Aには、内部チャンバ201内を排気するための排気口14A、14Bが形成されている。ここで、処理ガス導入口13Aから導入されたTMAは、ウェハWの表面に沿って流れ、対向する排気口14Aから排気される。同様に処理ガス導入口13Bから導入されたH₂Oは、ウェハWの表面に沿って流れ、対向する排気口14Bから排気される。このようにTMAおよびH₂Oを交互に処理ガス導入口13Aから排気口14Aへと、あるいは処理ガス導入口13Bから排気口14Bへと流すことにより、先に説明した分子層を基本単位とする膜形成が可能になる。

【0049】

排気口14A、14Bの周囲には石英ガラスよりなるライナ203が配設されており、ライナ203には図示しない減圧ポンプに接続された排気用導管204a、204bがそれぞれ接続されている。なお、排気用導管204a、204bには、それぞれコンダクタンスバルブ15A、15Bが介在している。

【0050】

図2の状態では、コンダクタンスバルブ15Aが略閉状態に、またコンダクタンスバルブ15Bが開状態に設定されている。コンダクタンスバルブ15A、15Bは、信頼性の高い開閉状態を実現するために、閉状態といえども完全に閉鎖

するのではなく3%程度の弁開度を残しておくのが好ましい。

【0051】

排気用導管204bの、コンダクタンスバルブ15Bと外部チャンバ202との間の部分には、トラップ100とは別のトラップ205が配設されている。トラップ205により、内部チャンバ201から排出された直ぐ後ろの位置で排気中に含まれる液状成分や固体成分等の不純物や異物が除去される。なお、トラップ205は省略しても良い。

【0052】

外部チャンバ202には、石英ガラスよりなる図示しない窓が形成されている。外部チャンバ202の外側には、窓を介して後述するガードリング215に光を照射するランプとガードリング215で反射された光の強度を測定する図示しない光センサとが配設されている。ガードリング215に光を照射して、ガードリング215で反射された光の強度を光センサで測定することにより、サセプタ209に付着している Al_2O_3 の量が把握される。

【0053】

外部チャンバ202の外周には、外部チャンバ202を冷却する水冷ジャケット208が配設されている。水冷ジャケット208内に冷却水が流されることにより、外部チャンバ202が冷却される。なお、水冷ジャケット208に限らず、外部チャンバ202を冷却することができる冷却機構であれば、使用することが可能である。このような冷却機構としては、水冷ジャケット208に他に例えばペルチェ素子等が挙げられる。

【0054】

外部チャンバ202の底部には、円形の開口部202Bが形成されている。開口部202Bには、ウェハWを支持するディスク状の基板支持台、すなわちサセプタ209が収められている。サセプタ209中には、加熱機構例えば抵抗加熱型のヒータ210が収容されている。

【0055】

サセプタ209は外部チャンバ202の下部に設けられた基板搬送部211により回動自在に、また同時に上下動自在に保持されている。サセプタ209は最

上位のプロセス位置と最下位の基板出入位置との間を上下動可能に保持されており、プロセス位置は、サセプタ209上のウェハWの表面が石英底板201Aの表面と略一致するように決定されている。

【0056】

一方、基板出入位置は、基板搬送部204の側壁面に形成されたゲートバルブ211Aに対応して設定されており、サセプタ209が基板出入位置まで下降した場合、ゲートバルブ211Aから図示しない搬送アームが挿入され、ウェハ昇降ピン（図示せず）によりサセプタ209表面から持ち上げられたウェハWを保持して取り出し、次の工程に送る。また、図示しない搬送アームは、新たなウェハWを、ゲートバルブ211Aを介して基板搬送部211中に導入し、これをサセプタ209上に載置する。新たなウェハWを保持したサセプタ209は、軸受部212中に磁気シール212Aにより保持された回転軸212Bにより回転自在に保持されている。また回転軸212Bに延設されたエアシリンダ213により昇降自在に保持されている。回転軸212Bが昇降する空間は、ベローズ214等の隔壁により密閉されている。その際、この空間は図示しない排気口を介して内部チャンバ201内部よりも高真空状態に排気され、内部チャンバ201内で行われる基板処理プロセスへの汚染が回避される。

【0057】

かかる差圧排気を確実にを行うため、サセプタ209にはウェハWを囲むように石英ガラスよりなるガードリング215が設けられている。ガードリング215により、サセプタ209と外部チャンバ202中にサセプタ209を収容するように形成された開口部202Bの側壁面との間のコンダクタンスが抑制される。これによりベローズ214で画成された空間内を高真空に排気した場合に内部チャンバ201との間に差圧が確実に形成される。

【0058】

外部チャンバ202の底部に形成された開口部202Bは、側壁面がライナ201Cにより覆われている。ライナ201Cは、さらに下方に延在しており、基板搬送部211の内壁を覆っている。

【0059】

内部チャンバ201と外部チャンバ202との間には空間が形成されている。外部チャンバ202には、排気によりこの空間の圧力を低下させる排気系216が接続されている。排気系216は、減圧ポンプ217と、減圧ポンプ217と外部チャンバ202とに接続された排気用導管218と、外部チャンバ202内の圧力を調節するコンダクタンスバルブ219とを備えている。コンダクタンスバルブ219が開かれた状態で、減圧ポンプ217が作動することにより、上記空間の圧力が低下する。

【0060】

内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間には、チャンバヒータ220が配設されている。具体的には、石英カバー201B上部とカバープレート202Aとの間の空間には、チャンバヒータ220Aが配設されている。また、石英カバー201Bの側部と外部チャンバ202の側部との空間には、チャンバヒータ220Bが配設されている。

【0061】

チャンバヒータ220A、220Bは石英カバー201Bの外側近傍の位置に配設されている。これらのチャンバヒータ220A、220Bは内部チャンバ201を外側から加熱するための装置であり、制御装置10Aと電氣的に接続されている。これらのチャンバヒータ220A、220Bは制御装置10Aの指令に基づいて加熱のオン・オフ制御や出力の制御がなされる。

【0062】

チャンバヒータ220A、220Bの種類としては、内部チャンバ201の内部を350℃以上に加熱できるヒータであればどのようなヒータでもよい。例えば、電気抵抗により通電時に発熱する抵抗加熱型ヒータや、赤外線ランプ等からなるランプ加熱型のヒータ、セラミックヒータ等の既知のヒータが挙げられる。チャンバヒータ220A、220Bは石英カバー201B中に内蔵させても良い。なお、チャンバヒータ220Bは省略しても良い。

【0063】

以下、基板処理装置10で行われる成膜のフローについて図3に沿って説明する。図3は本実施の形態に係る基板処理装置10で行われる成膜のフローを示し

たフローチャートである。

【0064】

まず、図示しない減圧ポンプが作動して、内部チャンバ201内の真空引きが行われる。また、ヒータ210、220に電流が流されて、内部チャンバが約150℃に、かつサセプタ209が約300℃に加熱される（ステップ101）。

【0065】

内部チャンバ201内の圧力が所定圧力まで低下し、かつサセプタ209および内部チャンバ201が所定温度まで到達した後、ゲートバルブ211Aが開かれ、ウェハWを保持した図示しない搬送アームが伸長して、内部チャンバ201内にウェハWが搬入される（ステップ102）。

【0066】

その後、搬送アームが縮退して、ウェハWが図示しないウェハ昇降ピンに載置される。ウェハWがウェハ昇降ピンに載置された後、ウェハ昇降ピンが下降し、ウェハWがサセプタ209に載置される（ステップ103）。

【0067】

内部チャンバが約150℃に、かつサセプタ209が約300℃に安定した後、内部チャンバ201内の圧力が約50～400Paに維持された状態で、バルブ17A、19A、切替バルブ16Aが開かれてTMAが約30sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される（ステップ104）。供給されたTMAは、ウェハWの表面に沿って流れる。ここで、ウェハW表面にTMAが接触すると、ウェハW表面にTMAが吸着される。

【0068】

所定時間経過後、バルブ17A、19A、切替バルブ16Aが閉じられて、TMAの供給が停止されるとともに、内部チャンバ201内に残留しているTMAが内部チャンバ201内から排出される（ステップ105）。なお、排出の際、内部チャンバ201内の圧力は、約 1.33×10^{-2} Paに維持される。

【0069】

所定時間経過後、バルブ17B、19B、切替バルブ16Bが開かれて、H₂Oが約100sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される（ステップ1

06)。供給された H_2O は、ウェハWの表面に沿って流れる。ここで、 H_2O がウェハWに吸着されたTMAに接触すると、TMAと H_2O とが反応して、 Al_2O_3 膜がウェハW上に形成される。

【0070】

所定時間経過後、切替バルブ16B、バルブ19B、17Bが閉じられて、 H_2O の供給が停止されるとともに、内部チャンバ201内に残留している H_2O 等が内部チャンバ201内から排出される（ステップ107）。なお、排出の際、内部チャンバ201内の圧力は、約 $1.33 \times 10^{-2} Pa$ に維持される。

【0071】

所定時間経過後、ステップ104～ステップ107の工程を1サイクルとして、制御装置10Aにより処理が設定したサイクル数に達したか否かが判断される。本実施の形態では、処理が200サイクルで終了するように設定されている（ステップ108）。処理が約200サイクル行われていないと判断されると、ステップ104～ステップ107の工程が再び行われる。

【0072】

処理が約200サイクル行われたと判断されると、図示しないウェハ昇降ピンが上昇し、ウェハWがサセプタ209から離れる（ステップ109）。なお、処理が約200サイクル行われると、ウェハW上には、約20nmの Al_2O_3 膜が形成される。

【0073】

その後、ゲートバルブ211Aが開かれた後、図示しない搬送アームが伸長して、搬送アームにウェハWが保持される。最後に、搬送アームが縮退して、ウェハWが内部チャンバ201から搬出される（ステップ110）。

【0074】

以下、基板処理装置10で行われるクリーニングのフローについて図4および図5に沿って説明する。図4は本実施の形態に係る基板処理装置10で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートであり、図5(A)は $Hhfac$ の化学構造を模式的に示した図であり、図5(B)は $Hhfac$ で形成される金属錯体の化学構造を模式的に示した図である。

【0075】

まず、図示しない減圧ポンプが作動して、排気用導管204bを介して内部チャンバ201内の真空引きが行われる。また、減圧ポンプ217が作動して、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間の真空引きが行われる（ステップ201A）。

【0076】

その後、チャンバヒータ220A、220Bおよびヒータ210に電流が流されて、内部チャンバ201が約350℃に加熱され、かつサセプタ209が400℃に加熱される。また、水冷ジャケット208内に冷却水が流されて、外部チャンバ202が冷却される（ステップ202a）。なお、成膜時には内部チャンバ201は約150℃に加熱され、かつサセプタ209は約300℃に加熱されるので、クリーニング時の内部チャンバ201およびサセプタ209は成膜時の内部チャンバ201およびサセプタ209よりも100℃以上高くなる。また、内部チャンバ201は約350℃以上に加熱されてもよく、またサセプタ209は約400℃以上、詳細には約450℃以上に加熱されてもよい。

【0077】

内部チャンバ201内の圧力が $9.31 \times 10^3 \sim 1.33 \times 10^4$ Paに維持され、内部チャンバ201が約350℃に加熱され、かつサセプタ209が約400℃に加熱された後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが開かれてHhfacが約320～380 sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される（ステップ203a）。内部チャンバ201内にHhfacが供給されることにより、内部チャンバ201内のクリーニングが行われる。具体的には、内部チャンバ201内にHhfacが供給されると、Hhfacは主にサセプタ209の表面に沿って流れる。そして、Hhfacが内部チャンバ201およびサセプタ209に付着した Al_2O_3 と接触すると、Hhfacと Al_2O_3 とが化学反応を起し、Al錯体が形成される。反応機構は次の通りである。Hhfacのようなβ-ジケトン互変異性を備えている。そのため、図5（A）に示されるように、Hhfacは構造Iと構造IIとの2つの構造をとり得る。その結果、C=O結合とC-C結合との間にわたって共有電子が非局在化する。かくして

構造ⅠⅠのO-H結合が離れ易くなる。この状態のHhfacの近傍に金属原子M等のプラスに帯電した分子があると、上記構造ⅠⅠのO-H結合が外れたHhfacが配位して図5(B)のような金属錯体を形成すると考えられる。こうして金属原子Mに複数のHhfacが配位して形成された金属錯体は、蒸気圧が高いため、排気により内部チャンバ201内から容易に除去され则认为られる。なお、 β -ジケトンであれば、Hhfacに限らず、このような反応が起こるものと考えられる。また、内部チャンバ201内から排出されたA1錯体は、トラップ205で捕捉される。

【0078】

Hhfacは、 O_2 、 N_2 、および H_2O と共に内部チャンバ201内に供給されることが好ましい。この場合、 O_2 、 N_2 はそれぞれ約50～250sccm、約100～300sccmの流量で供給されることが好ましく、 H_2O は濃度が約2000ppm以下になるように供給されることが好ましい。

【0079】

次に、クリーニングが行われている状態で、図示しないランプが点灯するとともに図示しない光センサによりガードリング215で反射された光の強度が測定される(ステップ204a)。

【0080】

光センサにより測定された光の強度の情報は制御装置10Aに送られて、制御装置10Aでメモリに記憶された光の強度に対するクリーニングが行われている間に測定された光の強度の割合が演算され、演算結果が所定の数値n以上であるか否か判断される(ステップ205a)。

【0081】

演算結果が所定の数値n未満である判断された場合には、制御装置10Aから制御信号が光センサに送られ、再び光の強度測定が行われる。演算結果が所定の数値n以上であると判断された場合には、制御装置10Aから制御信号が切替バルブ16D等に送られ、バルブ17D、19D、および切替バルブ16Dが閉じられる(ステップ206a)。これにより、内部チャンバ201内のクリーニングが終了される。

【0082】

本実施の形態では、内部チャンバ201を成膜時より高い温度に維持した状態で、内部チャンバ201内にHhfacを供給するので、内部チャンバ201内壁及びサセプタ209に付着した Al_2O_3 を効果的に取り除くことができる。

【0083】

本実施の形態では、内部チャンバ201の加熱時に内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間を排気して、この空間の圧力を大気圧より低下させているので、外部チャンバ202の軟化を抑制することができる。すなわち、通常、チャンバはA1から形成されている。一方、A1は耐熱性に優れていない。それ故、A1のチャンバを250℃以上に加熱すると軟化してしまう可能性がある。これに対し、本実施の形態では、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間を排気して、この空間の圧力を大気圧より低下させているので、チャンバヒータ220A、220Bから発せられる熱が外部チャンバ202に伝わり難くなる。それ故、外部チャンバ202の温度上昇を抑制することができ、外部チャンバ202の軟化を抑制することができる。

【0084】

本実施の形態では、内部チャンバ201の加熱時に内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間を排気して、この空間の圧力を大気圧より低下させているので、内部チャンバ201の加熱効率を向上させることができる。すなわち、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間を排気して、この空間の圧力を大気圧より低下させているので、内部チャンバ201からの放熱を抑制することができる。それ故、内部チャンバ201の加熱効率を向上させることができる。

【0085】

本実施の形態では、内部チャンバ201の加熱時に外部チャンバ202を冷却しているので、外部チャンバ202の温度上昇をより抑制することができる。

【0086】

本実施の形態では、内部チャンバ201の温度がサセプタ209の温度より低い状態でクリーニングしているが、このような状態でクリーニングした場合であ

っても、内部チャンバ201に付着した Al_2O_3 を効果的に取り除くことができる。即ち、一般に成膜はサセプタの温度がチャンバの温度よりも高められた状態で行われる。一方、高い温度で形成された膜は低い温度で形成された膜よりも緻密なものになっている。従って、サセプタ209に付着している Al_2O_3 は、内部チャンバ201に付着している Al_2O_3 より緻密なものになっている。ここで、緻密でない Al_2O_3 は緻密な Al_2O_3 よりもクリーニングし易い傾向がある。それ故、内部チャンバ201の温度がサセプタ209の温度より低い状態でクリーニングした場合であっても、内部チャンバ201に付着した Al_2O_3 を効果的に取り除くことができる。

【0087】

本実施の形態では、 $Hhfac$ をサセプタ209の表面に沿って供給するので、サセプタ209上からシャワーヘッド等で $Hhfac$ を供給するよりもサセプタ209に衝突する $Hhfac$ の割合を高めることができ、サセプタ209上からより多くの Al_2O_3 を取り除くことができる。

【0088】

本実施の形態では、光センサで光の強度を測定して、測定結果に基づいてクリーニングの終点を検出するので、 Al_2O_3 等の付着物の付着状態に応じたクリーニングを行うことができる。これにより、クリーニング不足或いは過度のクリーニングによるクリーニングガスの消耗を抑制することができる。また、過度のクリーニングを抑制することができるので、スループットを向上させることができる。なお、ランプおよび光センサは省略しても良い。この場合には、予め累積した膜厚を求めておき、この膜厚に基づいてクリーニングの終点を決定してもよい。

【0089】

(実施例1)

以下、実施例1について説明する。本実施例では、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの内部チャンバ及びサセプタの最適温度について調べた。なお、 Al_2O_3 の成膜時には内部チャンバは約150℃に加熱され、サセプタは約300℃に加熱されていたものとする。

【0090】

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第1の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の Al_2O_3 膜をクリーニングガスによりエッチングした。 Al_2O_3 膜としては、ウェハを約150℃に加熱して形成したもの及びウェハを約300℃に加熱して形成したものを使用した。クリーニングガスとしては、 $HfAc$ 、 O_2 から構成されたものを使用した。 $HfAc$ 、 O_2 の流量は、それぞれ375sccm、100sccmであった。なお、クリーニングガス中の H_2O の濃度は0ppmであった。また、内部チャンバ内の圧力は、約 1.13×10^4 Paであった。このような状態を維持しながらウェハの温度を変えて Al_2O_3 膜をエッチングした。

【0091】

本実施例と比較するために、比較例として本実施例で使用される基板処理装置とは異なる基板処理装置を使用した場合についても同様のエッチングを行った。図6は比較例に係る基板処理装置を模式的に示した図である。

【0092】

図6に示されるように比較例で使用した基板処理装置300は、主に、ウェハを収容するチャンバ301、ウェハを載置するサセプタ302、サセプタ302を支持するサセプタ支持部材303、サセプタ302を加熱するためのサセプタ加熱系304、サセプタ302にウェハを載置或いはサセプタ302からウェハを離間させるウェハ昇降機構305、チャンバ301内にクリーニングガスを供給するクリーニングガス供給系306、チャンバ301内を排気するための排気系307、及びクリーニングガスを吐出するシャワーヘッド308等から構成されている。ここで、シャワーヘッド308はシャワーヘッドから吐出されたクリーニングガスがサセプタ302上面に対して略垂直に流れるようにサセプタ302と対向して配置されている。なお、 Al_2O_3 膜としては、約150℃に加熱して形成したものを使用した。また、クリーニングガスの成分、チャンバ内の圧力等は、本実施例と同様とした。

【0093】

測定結果について説明する。図7は、本実施例及び比較例に係るウェハの温度と Al_2O_3 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図7のグラフから分かるように、本実施例における約150℃で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおいては、ウェハの温度が350℃以上の場合に高いエッチレートが得られた。一方、本実施例における300℃で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおいては、ウェハの温度が400℃以上の場合に高いエッチレートが得られた。

【0094】

この結果から、本実施例における Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、内部チャンバを約350℃以上に加熱し、サセプタを約400℃以上に加熱することが好ましいと考えられる。

【0095】

また、図7のグラフから分かるように、本実施例の約150℃で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおけるエッチレートのピーク値は定かではないが、明らかに比較例の約150℃で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおけるエッチレートのピーク値よりも高いことが確認された。これは、ウェハ対して略垂直にクリーニングガスを供給するよりもウェハに対して略平行にクリーニングガスを供給する方が、ウェハに衝突するガス分子が多いためであると考えられる。

【0096】

この結果から、比較例の基板処理装置を使用するよりも本実施例の基板処理装置を使用する方が好ましいと考えられる。

【0097】

(実施例2)

以下、実施例2について説明する。本実施例では、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの内部チャンバ及びサセプタの最適温度について調べた。なお、 HfO_2 の成膜時には内部チャンバは約150℃に加熱され、サセプタは約300℃に加熱されていたものとする。

【0098】

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第1の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の HfO_2 膜をクリーニングガスによりエッチングした。 HfO_2 膜としては、ウェハを約150℃に加熱して形成したもの及びウェハを約300℃に加熱して形成したものを使用した。クリーニングガスとしては、 Hhfac 、 O_2 から構成されたものを使用した。 Hhfac 、 O_2 の流量は、それぞれ375 sccm、100 sccmであった。なお、クリーニングガス中の H_2O の濃度は0 ppmであった。また、内部チャンバ内の圧力は、約 1.13×10^4 Paであった。このような状態を維持しながらウェハの温度を変えて HfO_2 膜をエッチングした。

【0099】

本実施例と比較するために、比較例として本実施例で使用される基板処理装置とは異なる基板処理装置を使用した場合についても同様のエッチングを行った。比較例の基板処理装置は、実施例1で説明した比較例の基板処理装置と同様の基板処理装置を使用した。なお、 HfO_2 膜としては、約150℃に加熱して形成したものを使用した。また、クリーニングガスの成分、チャンバ内の圧力等は、本実施例と同様とした。

【0100】

測定結果について説明する。図8は、本実施例に係るウェハの温度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図8のグラフから分かるように、本実施例における約150℃で形成された HfO_2 膜のエッチングにおいては、ウェハの温度が350℃以上の場合に高いエッチレートが得られた。一方、本実施例における300℃で形成された HfO_2 膜のエッチングにおいては、ウェハの温度が400℃以上の場合に高いエッチレートが得られた。

【0101】

この結果から、本実施例における HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、内部チャンバを約350℃以上に加熱し、サセプタを約400℃以上に加熱することが好ましいと考えられる。

【0102】

また、図8のグラフから分かるように、本実施例の約150℃で形成されたHfO₂膜のエッチングにおけるエッチレートのピーク値は、明らかに比較例の約150℃で形成されたHfO₂膜のエッチングにおけるエッチレートのピーク値よりも高いことが確認された。これは、実施例1で説明した理由と同様の理由からであると考えられる。

【0103】

この結果から、比較例の基板処理装置を使用するよりも本実施例の基板処理装置を使用する方が好ましいと考えられる。

【0104】

(実施例3)

以下、実施例3について説明する。本実施例では、HfO₂が付着した基板処理装置をクリーニングするときの内部チャンバ内の最適圧力について調べた。なお、HfO₂の成膜時には内部チャンバは約150℃に加熱され、サセプタは約300℃に加熱されていたものとする。

【0105】

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第1の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、HfO₂が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上のHfO₂膜をクリーニングガスによりエッチングした。HfO₂膜としては、ウェハを約150℃に加熱して形成したもの及びウェハを約300℃に加熱して形成したものを使用した。クリーニングガスとしては、Hhfac、O₂から構成されたものを使用した。Hhfac、O₂の流量は、それぞれ375sccm、100sccmであった。なお、クリーニングガス中のH₂Oの濃度は0ppmであった。また、ウェハの温度は、450℃であった。このような状態を維持しながら内部チャンバ内の圧力を変えてHfO₂膜をエッチングした。

【0106】

測定結果について説明する。図9は、本実施例に係る内部チャンバ内の圧力とHfO₂膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図9のグラフから分かるように、約150℃で形成されたHfO₂膜のエッチングにおいては、内部

チャンバ内の圧力が $0.95 \times 10^4 \sim 1.20 \times 10^4$ Paの場合に高いエッチレートが得られた。一方、約 300°C で形成された HfO_2 膜のエッチングにおいては、内部チャンバ内の圧力が $1.06 \times 10^4 \sim 1.20 \times 10^4$ Paの場合に高いエッチレートが得られた。

【0107】

この結果から、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、内部チャンバ内の圧力を $1.06 \times 10^4 \sim 1.20 \times 10^4$ Paに維持することが好ましいと考えられる。

【0108】

(実施例4)

以下、実施例4について説明する。本実施例では、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの Hhfac の最適流量について調べた。なお、 HfO_2 の成膜時には内部チャンバは約 150°C に加熱され、サセプタは約 300°C に加熱されていたものとする。

【0109】

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第1の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の HfO_2 膜をクリーニングガスによりエッチングした。クリーニングガスとしては、 Hhfac 、 O_2 、 N_2 、及び H_2O から構成されたものを使用した。 Hhfac 、 O_2 、 N_2 は、それぞれ15:2:8になるように供給され、クリーニングガス中の H_2O の濃度は1000 ppmであった。また、内部チャンバ内の圧力は約 6.65×10^3 Paであり、ウェハの温度は約 400°C であった。このような状態を維持しながら Hhfac の流量を変えて HfO_2 膜をエッチングした。

【0110】

測定結果について説明する。図10は、本実施例に係る Hhfac とエッチレートとの関係を示したグラフである。図10のグラフから分かるように、 Hhfac の流量が $320 \sim 380$ sccmの場合に高いエッチレートが得られた。

【0111】

この結果から、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、 Hhfac を $320 \sim 380 \text{ sccm}$ の流量で流すことが好ましいと考えられる。

【0112】

(実施例5)

以下、実施例5について説明する。本実施例では、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの O_2 の最適流量について調べた。なお、 Al_2O_3 の成膜時には内部チャンバは約 150°C に加熱され、サセプタは約 300°C に加熱されていたものとする。

【0113】

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第1の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の Al_2O_3 膜をクリーニングガスによりエッチングした。 Al_2O_3 膜としては、ウェハを約 150°C に加熱して形成したもの及びウェハを約 300°C に加熱して形成したものを使用した。クリーニングガスとしては、 Hhfac 、 O_2 、及び H_2O から構成されたものを使用した。 Hhfac の流量は 375 sccm であり、 H_2O の濃度は 700 ppm であった。また、内部チャンバ内の圧力は約 $9.31 \times 10^3 \text{ Pa}$ であり、ウェハの温度は約 450°C であった。このような状態を維持しながら O_2 の流量を変えて Al_2O_3 膜をエッチングした。

【0114】

測定結果について説明する。図11は、本実施例に係る O_2 の流量と Al_2O_3 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図11のグラフから分かるように、約 150°C で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおいては、 O_2 の流量が $50 \sim 250 \text{ sccm}$ の場合に高いエッチレートが得られた。一方、約 300°C で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおいても、 O_2 の流量が $50 \sim 250 \text{ sccm}$ の場合に高いエッチレートが得られた。

【0115】

この結果から、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合に

は、 O_2 を $50 \sim 250 \text{ sccm}$ の流量で流すことが好ましいと考えられる。

【0116】

(実施例6)

以下、実施例6について説明する。本実施例では、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの O_2 の最適流量について調べた。なお、 HfO_2 の成膜時には内部チャンバは約 150°C に加熱され、サセプタは約 300°C に加熱されていたものとする。

【0117】

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第1の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の HfO_2 膜をクリーニングガスによりエッチングした。 HfO_2 膜としては、ウェハを約 150°C に加熱して形成したもの及びウェハを約 300°C に加熱して形成したものを使用した。クリーニングガスとしては、 $Hhfac$ 、 O_2 、及び H_2O から構成されたものを使用した。 $Hhfac$ の流量は 375 sccm であり、 H_2O の濃度は 700 ppm であった。また、内部チャンバ内の圧力は約 $9.31 \times 10^3 \text{ Pa}$ であり、ウェハの温度は約 450°C であった。このような状態を維持しながら O_2 の流量を変えて HfO_2 膜をエッチングした。

【0118】

測定結果について説明する。図12は、本実施例に係る O_2 の流量と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図12のグラフから分かるように、約 150°C で形成された HfO_2 膜のエッチングにおいては、 O_2 の流量が $50 \sim 250 \text{ sccm}$ の場合に高いエッチレートが得られた。一方、約 300°C で形成された HfO_2 膜のエッチングにおいても、 O_2 の流量が $50 \sim 250 \text{ sccm}$ の場合に高いエッチレートが得られた。

【0119】

この結果から、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、 O_2 を $50 \sim 250 \text{ sccm}$ の流量で流すことが好ましいと考えられる。

【0120】

(実施例 7)

以下、実施例 7 について説明する。本実施例では、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの H_2O の最適濃度について調べた。なお、 Al_2O_3 の成膜時には内部チャンバは約 150°C に加熱され、サセプタは約 300°C に加熱されていたものとする。

【0121】

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第 1 の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の Al_2O_3 膜をクリーニングガスによりエッチングした。 Al_2O_3 膜としては、ウェハを約 150°C に加熱して形成したもの及びウェハを約 300°C に加熱して形成したものを使用した。クリーニングガスとしては、 Hhf ac 、 O_2 、及び H_2O から構成されたものを使用した。 Hhf ac 、 O_2 の流量は、それぞれ 375 sccm 、 50 sccm であった。また、内部チャンバ内の圧力は約 $9.31 \times 10^3\text{ Pa}$ であり、ウェハの温度は約 450°C であった。このような状態を維持しながら H_2O の濃度を変えて Al_2O_3 膜をエッチングした。

【0122】

測定結果について説明する。図 13 は、本実施例に係る H_2O の濃度と Al_2O_3 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図 13 のグラフから分かるように、約 150°C で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおいては、 H_2O の濃度が 1000 ppm 以下の場合に高いエッチレートが得られた。一方、約 300°C で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおいても、 H_2O の濃度が 1000 ppm 以下の場合に高いエッチレートが得られた。なお、両方の場合において、 H_2O の濃度が 0 ppm であっても、高いエッチレートが得られた。

【0123】

この結果から、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合に、 H_2O を 1000 ppm 以下 (0 ppm 以下を含む。) の濃度で供給することが好ましいと考えられる。

【0124】

(実施例 8)

以下、実施例 8 について説明する。本実施例では、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの H_2O の最適濃度について調べた。なお、 HfO_2 の成膜時には内部チャンバは約 150°C に加熱され、サセプタは約 300°C に加熱されていたものとする。

【0125】

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第 1 の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の HfO_2 膜をクリーニングガスによりエッチングした。 HfO_2 膜としては、ウェハを約 150°C に加熱して形成したもの及びウェハを約 300°C に加熱して形成したものを使用した。クリーニングガスとしては、 Hhfac 、 O_2 、及び H_2O から構成されたものを使用した。 Hhfac 、 O_2 の流量は、それぞれ 375 sccm 、 50 sccm であった。また、内部チャンバ内の圧力は約 $9.31 \times 10^3\text{ Pa}$ であり、ウェハの温度は約 450°C であった。このような状態を維持しながら H_2O の濃度を変えて HfO_2 膜をエッチングした。

【0126】

測定結果について説明する。図 14 は、本実施例に係る H_2O の濃度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図 14 のグラフから分かるように、約 150°C で形成された HfO_2 膜のエッチングにおいては、 H_2O の濃度が 1000 ppm 以下の場合に高いエッチレートが得られた。一方、約 300°C で形成された HfO_2 膜のエッチングにおいても、 H_2O の濃度が 1000 ppm 以下の場合に高いエッチレートが得られた。なお、両方の場合において、 H_2O の濃度が 0 ppm であっても、高いエッチレートが得られた。

【0127】

この結果から、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、 H_2O を 1000 ppm 以下 (0 ppm を含む。) の濃度で供給することが好ましいと考えられる。

【0128】

(実施例 9)

以下、実施例 9 について説明する。本実施例では、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の最適濃度について調べた。なお、 HfO_2 の成膜時には内部チャンバは約 150°C に加熱され、サセプタは約 300°C に加熱されていたものとする。

【0129】

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第 1 の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の HfO_2 膜をクリーニングガスによりエッチングした。クリーニングガスとしては、 HfO_2 、 O_2 、 N_2 、及び $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ から構成されたものを使用した。 HfO_2 、 O_2 、 N_2 の流量は、それぞれ 375 sccm 、 50 sccm 、 200 sccm であった。また、内部チャンバ内の圧力は約 $6.65 \times 10^3\text{ Pa}$ であり、ウェハの温度は約 400°C であった。このような状態を維持しながら $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の濃度を変えて HfO_2 膜をエッチングした。

【0130】

測定結果について説明する。図 15 は、本実施例に係る $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の濃度とエッチレートとの関係を示したグラフである。図 15 のグラフから分かるように、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の濃度が $500 \sim 1000\text{ ppm}$ の場合に高いエッチレートが得られた。

【0131】

この結果から、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ を $500 \sim 1000\text{ ppm}$ の濃度で供給することが好ましいと考えられる。

【0132】

(第 2 の実施形態)

以下、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。なお、以下本実施の形態以降の実施の形態のうち先行する実施の形態と重複する内容については説明を省略する。

【0133】

本実施の形態では、内部チャンバ内にHh f a cを溜めて内部チャンバ内に付着した Al_2O_3 を鋳体化した後に、内部チャンバ内を排気する例について説明する。図16は本実施の形態に係る基板処理装置10で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【0134】

まず、 Al_2O_3 の薄膜が形成されたウェハWを内部チャンバ201内から搬送した後、減圧ポンプ217が作動して、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間の真空引きが行われる（ステップ201b）。

【0135】

その後、ヒータ210、およびチャンバヒータ220A、220Bに電流が流されて、内部チャンバ201が約350℃に加熱され、かつサセプタ209が約400℃に加熱される。また、水冷ジャケット208内に冷却水が流されて、外部チャンバ202が冷却される（ステップ202b）。

【0136】

内部チャンバ201が約350℃に加熱され、かつサセプタ209の温度が約400℃に加熱された後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが開かれてHh f a cが約320～380 s c c mの流量で内部チャンバ201内に供給される（ステップ203b）。

【0137】

このHh f a cが内部チャンバ201内に拡散し、内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 に接触すると、Alの鋳体が形成される。ここで、本実施の形態では、コンダクタンスバルブ15Bは閉じられており、内部チャンバ201内に供給されたクリーニングガスは、ほぼ排気されることなく内部チャンバ201内に溜められる。

【0138】

十分にAl鋳体が形成された後、切替バルブ16D、バルブ19D、バルブ17Dを閉じてキャリアガスおよびHh f a cの供給を停止するとともにコンダクタンスバルブ15Bを開放して内部チャンバ201内を排気する（ステップ20

4b)。この排気により、Al 鋳体は気化して、内部チャンバ201内壁およびサセプタ209から離間するとともに、速やかに排気用導管204bを介して内部チャンバ201外へ排出される。その後、十分にAl 鋳体が内部チャンバ201外へ排出された後、クリーニングが終了される。

【0139】

本実施の形態では、内部チャンバ201内にHhf a cを溜めた後に、内部チャンバ201内を排気するので、内部チャンバ201内の隅々までHhf a cが行き届き、より確実に内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 を取り除くことができるという特有の効果が得られる。また、Hhf a cを内部チャンバ201内に溜めた後、排気するので、Hhf a cを節約することができ、コストの低減を図ることができる。

【0140】

(第3の実施の形態)

以下、本発明の第3の実施の形態について説明する。本実施の形態では、内部チャンバ内にHhf a cを溜めて内部チャンバ内に付着した Al_2O_3 を鋳体化した後に、内部チャンバ内を排気するという一連の処理を断続的に繰り返し行う例について説明する。図17は本実施の形態に係る基板処理装置10で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【0141】

図17に示されるように、 Al_2O_3 の薄膜が形成されたウェハWを内部チャンバ201内から搬送した後、減圧ポンプ217が作動して、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間の真空引きが行われる。(ステップ201c)。

【0142】

その後、ヒータ210、およびチャンバヒータ220A、220Bに電流が流されて、内部チャンバ201が約350℃に加熱され、かつサセプタ209が約400℃に加熱される。また、水冷ジャケット208内に冷却水が流されて、外部チャンバ202が冷却される(ステップ202c)。

【0143】

内部チャンバ201が約350℃に加熱され、かつサセプタ209が約400℃に加熱された後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが開かれてHhfacが約320～380sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される（ステップ203c）。

【0144】

十分にAl錯体が形成された後、切替バルブ16D、バルブ19D、バルブ17Dを閉じてキャリアガスおよびHhfacの供給を停止するとともにコンダクタンスバルブ15Bを開放して内部チャンバ201内を排気する（ステップ204c）。

【0145】

十分にAl錯体を内部チャンバ201外へ排出した後、内部チャンバ201内に付着している Al_2O_3 の量を確認する（ステップ205c）。この確認作業は直接内部チャンバ201内壁の Al_2O_3 付着状態或いはモニタリング用のウェハに形成された Al_2O_3 の残存量を確認することによって行うことが可能である。また、内部チャンバ201に設けられた図示しない観察窓を利用して、赤外分光法により確認することも可能である。内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 の量を確認した結果、内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 が十分に取り除かれている場合には、クリーニングを終了する。

【0146】

反対に内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 の量を確認した結果、内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 が十分に取り除かれていない場合には、上記ステップ203cおよびステップ204cの操作を繰り返し行い、最終的に内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 が十分に取り除かれるまでクリーニング操作を継続する。

【0147】

本実施の形態では、内部チャンバ201内にHhfacを溜めた後に、内部チャンバ201内を排気するという一連の処理を断続的に繰り返し行うので、錯体形成と排出とが完全に行われ、効率良く内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 を取り除くことができるという特有の効果が得られる。

【0148】

(第4の実施の形態)

以下、本発明の第4の実施の形態について説明する。本実施の形態では、クリーニング時にのみ使用される排気用導管を配設した例について説明する。図18は本実施形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【0149】

図18に示されるように、内部チャンバ201には、排気用導管204a、204bの他にクリーニング時にのみ使用される排気用導管231がライナ232を介して接続されている。排気用導管231には、コンダクタンスバルブ233およびトラップ234が介在している。なお、排気用導管204a、204bは成膜時にのみ使用され、クリーニング時には使用されない。

【0150】

本実施の形態では、クリーニング時にのみ使用される排気用導管231を配設しているので、排気用導管204a、204b内にAl錯体等が付着するのを防止することができる。

【0151】

また、排気用導管231には、トラップ234が取り付けられているため、クリーニング時の排気中に含まれるAl錯体等はトラップ234で除去される。その結果、トラップ234より下流側の排気用導管231内にAl錯体等が付着するのを防止することができる。

【0152】

(第5の実施の形態)

以下、本発明の第5の実施の形態について説明する。本実施の形態では、NF₃を使用してクリーニングを行う例について説明する。図19は本実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【0153】

図19に示されるように、第4の原料供給ライン16dには、リモートチャンバ241が介在している。なお、原料タンク20D内には、Hhfacの代わりにNF₃が収容されている。リモートチャンバ241の周囲には、リモートチャ

ンバ241内に供給された NF_3 を励起させて、 NF_3 からFラジカルを発生させるラジカル発生機構242が配設されている。ラジカル発生機構242は、主に、リモートチャンバ241に巻回された銅線243と銅線243に接続された高周波電源244とから構成されている。高周波電源244の作動で銅線243に13.56MHzの高周波電流が流されることにより、リモートチャンバ241内に供給された NF_3 が励起して、Fラジカルが発生する。なお、Fラジカルの他に、Fイオン等も発生する。

【0154】

原料タンク20B内には、 H_2O の代わりに O_2 が収容されている。本実施の形態では、ウェハW上に Al_2O_3 の膜を形成するのではなく、 $\text{Hf}(\text{t-OCH}_3)_4$ と O_2 とを使用してウェハW上に HfO_2 の膜を形成する。なお、 HfO_2 の膜を成膜際には、バルブ17A、19A、切替バルブ16Aを開閉する代わりにバルブ17C、19C、切替バルブ16Cを開閉する。

【0155】

以下、基板処理装置10で行われるクリーニングのフローについて図20に沿って説明する。図20は本実施の形態に係る基板処理装置10で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【0156】

まず、図示しない減圧ポンプが作動して、排気用導管204bを介して内部チャンバ201内の真空引きが行われる。また、減圧ポンプ217が作動して、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間の真空引きが行われる（ステップ201d）。

【0157】

その後、ヒータ210、およびチャンバヒータ220A、220Bに電流が流されて、内部チャンバ201およびサセプタ209等が約300～500℃に加熱される。また、水冷ジャケット208内に冷却水が流されて、外部チャンバ202が冷却される（ステップ202d）。

【0158】

内部チャンバ201内の圧力が650Pa以下に維持され、かつ内部チャンバ

201およびサセプタ209等の温度が約300～500℃に安定した後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが開かれて NF_3 が約500 sccmの流量で内部チャンバ201に向けて供給される。また、高周波電源244が作動して、銅線243に約13.56MHzの高周波電流が流される（ステップ203d）。銅線243に高周波電流が流されることにより、リモートチャンバ241内に供給された NF_3 が励起し、Fラジカルが発生する。発生したFラジカルは、内部チャンバ201内の排気等により、内部チャンバ201内に供給される。Fラジカルが内部チャンバ201内に供給されると、Fラジカルと内部チャンバ201の内壁面等に付着している HfO_2 とが化学反応を起し、 HfF_4 が生成される。生成された HfF_4 は、気化し、排気により処理チャンバ2内から速やかに排出される。

【0159】

所定時間経過後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが閉じられるとともに高周波電流の供給が停止されて、内部チャンバ201内のクリーニングが終了される（ステップ204d）。

【0160】

本実施の形態では、内部チャンバ201内にFラジカルを供給するので、内部チャンバ201内壁およびサセプタ209等に付着した HfO_2 を取り除くことができる。

【0161】

（実施例10）

以下、実施例10について説明する。本実施例では、 HfO_2 が付着した基板処理装置をFラジカルでクリーニングするときの内部チャンバの最適温度について調べた。

【0162】

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第5の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の HfO_2 膜をクリーニングガスによりエッチングした。クリーニングガスとしては、N

F_3 、 Ar から構成されたものを使用した。 NF_3 、 Ar の流量は、それぞれ500 sccm、500 sccmであった。また、内部チャンバ内の圧力は、約 $2.00 \times 10^2 \text{ Pa}$ であった。このような状態を維持しながらウェハの温度を変えて HfO_2 膜をエッチングした。

【0163】

測定結果について説明する。図21は、本実施例に係るウェハの温度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図21のグラフから分かるように、ウェハの温度が400℃以上、好ましくは400～450℃の場合に高いエッチレートが得られた。

【0164】

この結果から、 HfO_2 が付着した基板処理装置をFラジカルでクリーニングする場合には、内部チャンバを約400℃以上、好ましくは約400～450℃に加熱することが好ましいと考えられる。

【0165】

(実施例11)

以下、実施例6について説明する。本実施例では、 HfO_2 が付着した基板処理装置をClラジカルでクリーニングするときの内部チャンバの最適温度について調べた。

【0166】

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第5の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の HfO_2 膜をクリーニングガスによりエッチングした。クリーニングガスとしては、 HCl 、 Ar から構成されたものを使用した。 HCl 、 Ar の流量は、それぞれ200 sccm、1000 sccmであった。また、内部チャンバ内の圧力は、約 $1.33 \times 10^2 \text{ Pa}$ であった。このような状態を維持しながらウェハの温度を変えて HfO_2 膜をエッチングした。

【0167】

測定結果について説明する。図22は、本実施例に係るウェハの温度と HfO_2

2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図 22 のグラフから分かるように、ウェハの温度が 300~400℃ の場合に高いエッチレートが得られた。

【0168】

この結果から、 HfO_2 が付着した基板処理装置を C1 ラジカルでクリーニングする場合には、内部チャンバを約 300~400℃ に加熱することが好ましいと考えられる。

【0169】

(第 6 の実施の形態)

以下、本発明の第 6 の実施の形態について説明する。本実施の形態では、チャンバヒータの外側に反射板を配設した例について説明する。図 23 は本実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【0170】

図 23 に示されるように、チャンバヒータ 220A、220B と外部チャンバ 202 との間の空間には、チャンバヒータ 220A、220B から発せられる熱線を反射する反射板 251 が配設されている。具体的には、反射板 251 の端部は下方に折り曲げられており、両側面のチャンバヒータ 220B と外部チャンバ 202 との間に回りこんでチャンバヒータ 220B からの熱線を反射させる。反射板 220 は金属やセラミック等、熱線を反射する性質を備えた材料で形成されている。

【0171】

本実施の形態では、チャンバヒータ 220A、220B と外部チャンバ 202 との間に反射板 251 が配設されているので、チャンバヒータ 220A、220B から発せられた熱を効率よく内部チャンバ 201 に供給できる。それ故、クリーニング時に効率よく内部チャンバ 201 を加熱することができる。

【0172】

(第 7 の実施の形態)

以下、本発明の第 7 の実施の形態について説明する。本実施の形態では、チャンバの外側にチャンバヒータを配設した例について説明する。図 24 は本実施の

形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【0173】

図24に示されるように、外部チャンバ202頂部のカバープレート202Aには、開口部が設けられている。この開口部には、熱線を透過する石英製の透過窓261が嵌合されている。透過窓261の外側には、チャンバヒータ220が配設されている。クリーニング時にはチャンバヒータ220に電流を流してチャンバヒータ220を発熱させる。チャンバヒータ220から発せられた熱線は、透過窓261を通過する。これにより内部チャンバ201が加熱される。なお、チャンバヒータ220の背面側には、反射板262が配設されている。

【0174】

本実施の形態では、チャンバヒータ220を外部チャンバ202の外側に配設しているので、チャンバヒータ220の保守点検を容易に行うことができる。また、同じ理由から、外部チャンバ202を小型化することができる。更に外部チャンバ202の構造を簡素化することができる。

【0175】

なお、本発明は上記第1～第7の実施の形態の記載内容に限定されるものではなく、構造や材質、各部材の配置等は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。上記第1～第7の実施の形態では、内部チャンバ201と外部チャンバ202とから構成された2重のチャンバを使用しているが、チャンバを2重にしなくともよい。

【0176】

上記第1～第7の実施形態では、クリーニングガスとしてHhfac、NF₃を使用しているが、これらに限定されない。例えば、Hfacの以外のβ-ジケトンも使用することができる。このようなβ-ジケトンとしては、例えば、テトラメチルヘプタンジオン(Hthd)が挙げられる。また、β-ジケトンとしては、R¹(CO)CH₂(CO)R²(R¹、R²はそれぞれアルキル基又はハロゲン化アルキル基である。)の構造式を有するものが好ましい。さらに、β-ジケトンの他、アセトン、アセチルアセトンを使用することも可能である。また、NF₃以外のフッ素含有ガスを使用することもできる。フッ素含有ガスとして

は、例えば、 SF_6 、 CF_4 、 C_2F_6 、 CHF_3 、 HF 、 F_2 、および CF_3COOH 等が挙げられる。また、フッ素含有ガスの代わりに塩素含有ガスを使用することも可能である。塩素含有ガスとしては、例えば、 HCl 、 Cl_2 、および BCl_3 等が挙げられる。

【0177】

上記第1～第7の実施の形態では、処理ガスとして、 TMA と H_2O 、或いは $\text{Hf}(\text{t-OC}_4\text{H}_9)_4$ と O_2 を使用しているが、その他のガスを使用することも可能である。例えば、 TMA と O_3 、 TiCl_4 と NH_3 、 TiF_4 と NH_3 、 TiBr_4 と NH_3 、 TiI_4 と NH_3 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}_3)_2]_4$ (TDMAT)と NH_3 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ (TDMAT)と NH_3 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ (TDEAT)と NH_3 、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と O_2 、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と H_2O 、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と H_2O_2 、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と O_3 、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と O_3 、 $\text{Zr}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と O_3 、或いは $\text{Zr}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と O_3 を使用してよい。なお、 TiF_4 と NH_3 、 TiBr_4 と NH_3 、 TiI_4 と NH_3 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}_3)_2]_4$ (TEMAT)と NH_3 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ (TDMAT)と NH_3 、或いは $\text{Ti}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ (TDEAT)と NH_3 を使用した場合には、ウェハW上に TiN 膜が形成される。また、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と O_2 、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と H_2O 、或いは $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と H_2O_2 を使用した場合には、ウェハW上に Ta_2O_5 膜が形成される。また、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と O_3 、或いは $\text{Hf}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と O_3 を使用した場合には、ウェハW上に HfO_2 膜が形成される。さらに、 $\text{Zr}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と O_3 、或いは $\text{Zr}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と O_3 を使用した場合には、ウェハW上に ZrO_2 膜が形成される。なお、処理ガス或いはクリーニングガスは、シャワーヘッドにより供給することも可能である。

【0178】

上記第1～第7の実施の形態では、 TMA と H_2O 、或いは $\text{Hf}(\text{t-OC}_4\text{H}_9)_4$ と O_2 をこの順序で供給する方法が挙げられるが、このような順序で供給しなくてもよい。更に、 TMA と H_2O 、或いは $\text{Hf}(\text{t-OC}_4\text{H}_9)_4$ と

O₂を同時に供給してもよい。なお、上記したその他のガスについても同様である。

【0179】

上記第1～第7の実施の形態では、内部チャンバ201内から排気してTMA等を排出しているが、排気の際にAr₂やN₂のようなパージガスを内部チャンバ201内に供給することも可能である。

【0180】

上記第1～第7の実施の形態では、基板としてウェハWを用いる場合を想定して説明したが、基板は液晶表示装置(LCD)用のガラス基板であってもよい。

【0181】

上記第1～第7の実施の形態では、基板処理装置10を用いて説明しているが、物理気相成長処理装置(PVD処理装置)およびメッキ処理装置のような成膜装置、エッチング処理装置、或いは化学的機械的研磨処理装置(CMP処理装置)を用いることも可能である。なお、エッチング処理装置の場合、エッチングガスを交互に供給しても、或いは同時に供給してもよい。

【0182】

【発明の効果】

以上、詳説したように、本発明の基板処理方法のクリーニング方法および基板処理装置によれば、効果的な基板処理装置のクリーニングを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は第1の実施の形態に係る基板処理装置の構成を示した図である。

【図2】 図2は第1の実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【図3】 図3は第1の実施の形態に係る基板処理装置で行われる成膜のフローチャートである。

【図4】 図4は第1の実施の形態に係る基板処理装置で行われるクリーニングのフローチャートである。

【図5】 図5(A)はHhfacの化学構造を模式的に示した図であり、図

5 (B) は Hhfac で形成される金属錯体の化学構造を模式的に示した図である。

【図6】 図6は比較例に係る基板処理装置を模式的に示した図である。

【図7】 図7は実施例1に係るウェハの温度と Al_2O_3 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

【図8】 図8は実施例2に係るウェハの温度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

【図9】 図9は実施例3に係る内部チャンバ内の圧力と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

【図10】 図10は実施例4に係る Hhfac とエッチレートとの関係を示したグラフである。

【図11】 図11は実施例5に係る O_2 の流量と Al_2O_3 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

【図12】 図12は実施例6に係る O_2 の流量と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

【図13】 図13は実施例7に係る H_2O の濃度と Al_2O_3 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

【図14】 図14は実施例8に係る H_2O の濃度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

【図15】 図15は実施例9に係る $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の濃度とエッチレートとの関係を示したグラフである。

【図16】 図16は第2の実施の形態に係る基板処理装置で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【図17】 図17は第3の実施の形態に係る基板処理装置で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【図18】 図18は第4の実施形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【図19】 図19は第5の実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【図 2 0】 図 2 0 は第 5 の実施の形態に係る基板処理装置で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【図 2 1】 図 2 1 は、実施例 1 0 に係るウェハの温度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

【図 2 2】 図 2 2 は、実施例 1 1 に係るウェハの温度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

【図 2 3】 図 2 3 は第 6 の実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

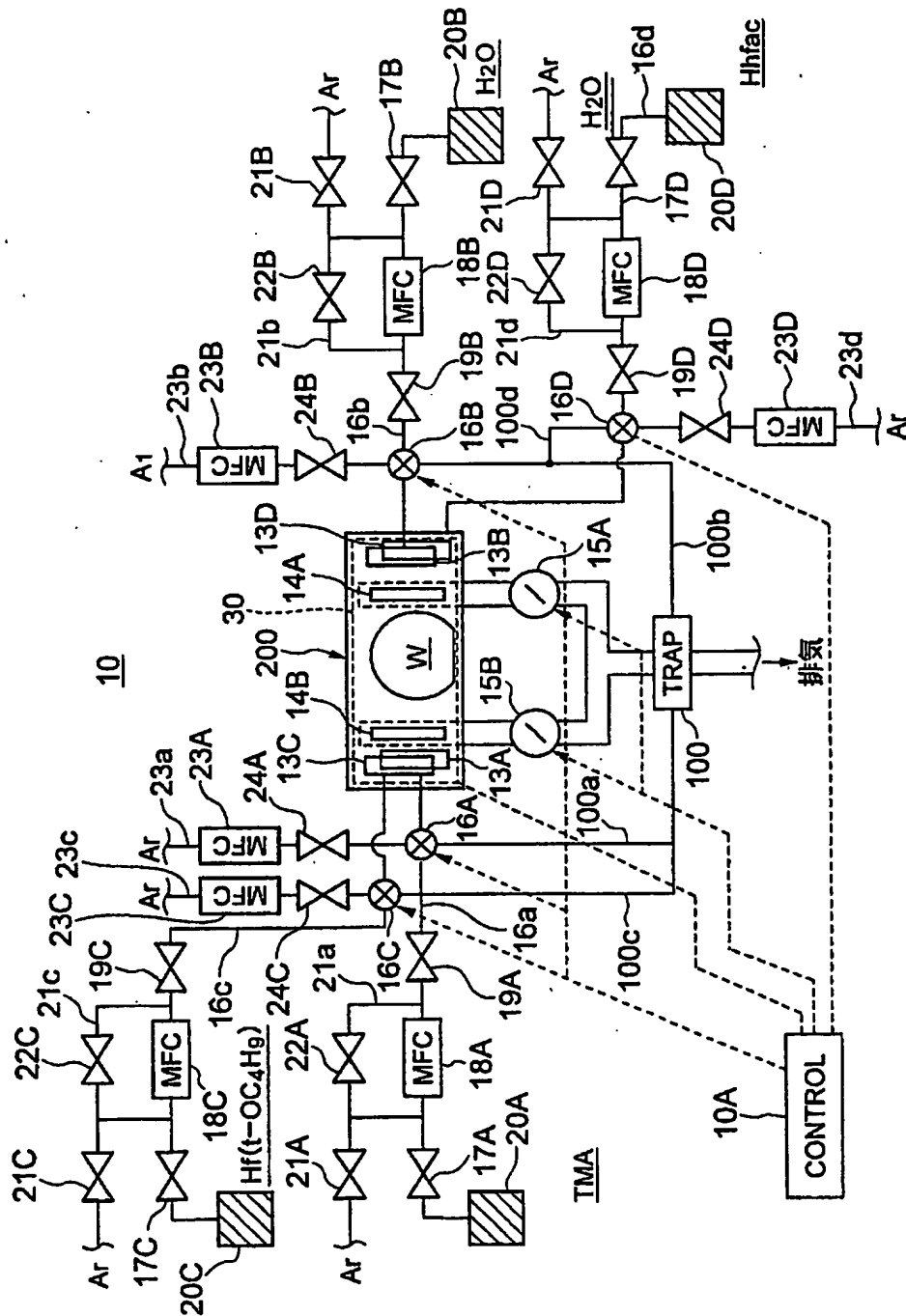
【図 2 4】 図 2 4 は第 7 の実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【符号の説明】

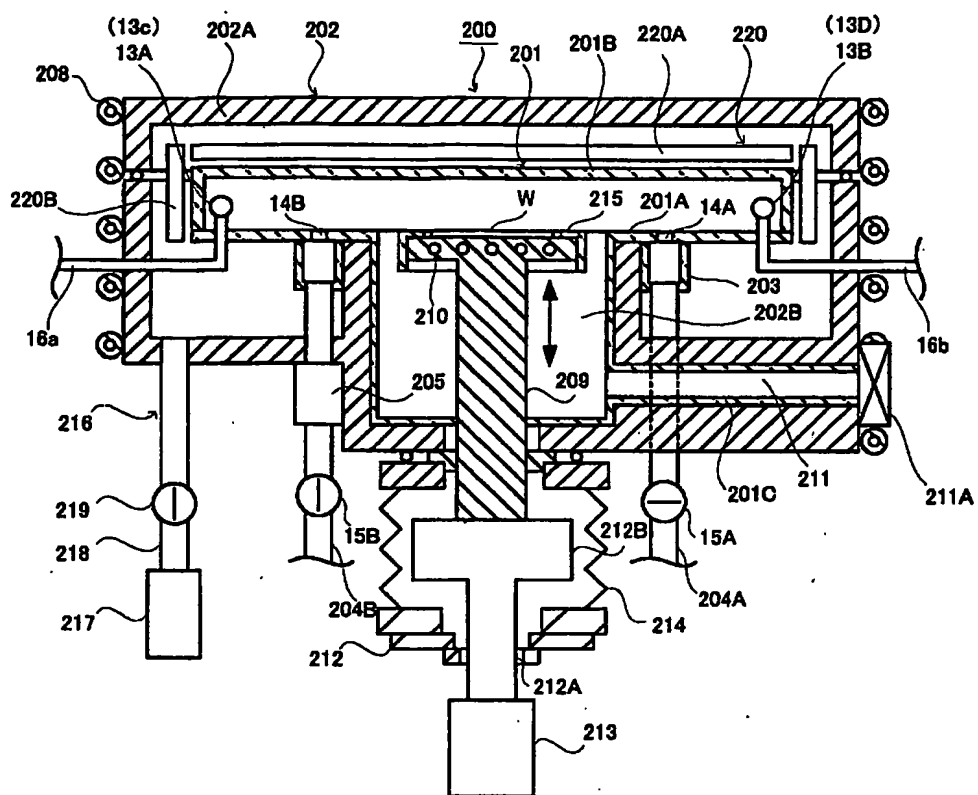
W…ウェハ、1 0 …基板処理装置、2 0 0 …処理容器、2 0 1 …内部チャンバ
2 0 2 …外部チャンバ、2 1 7 …減圧ポンプ、2 2 0 …チャンバヒータ。

図面

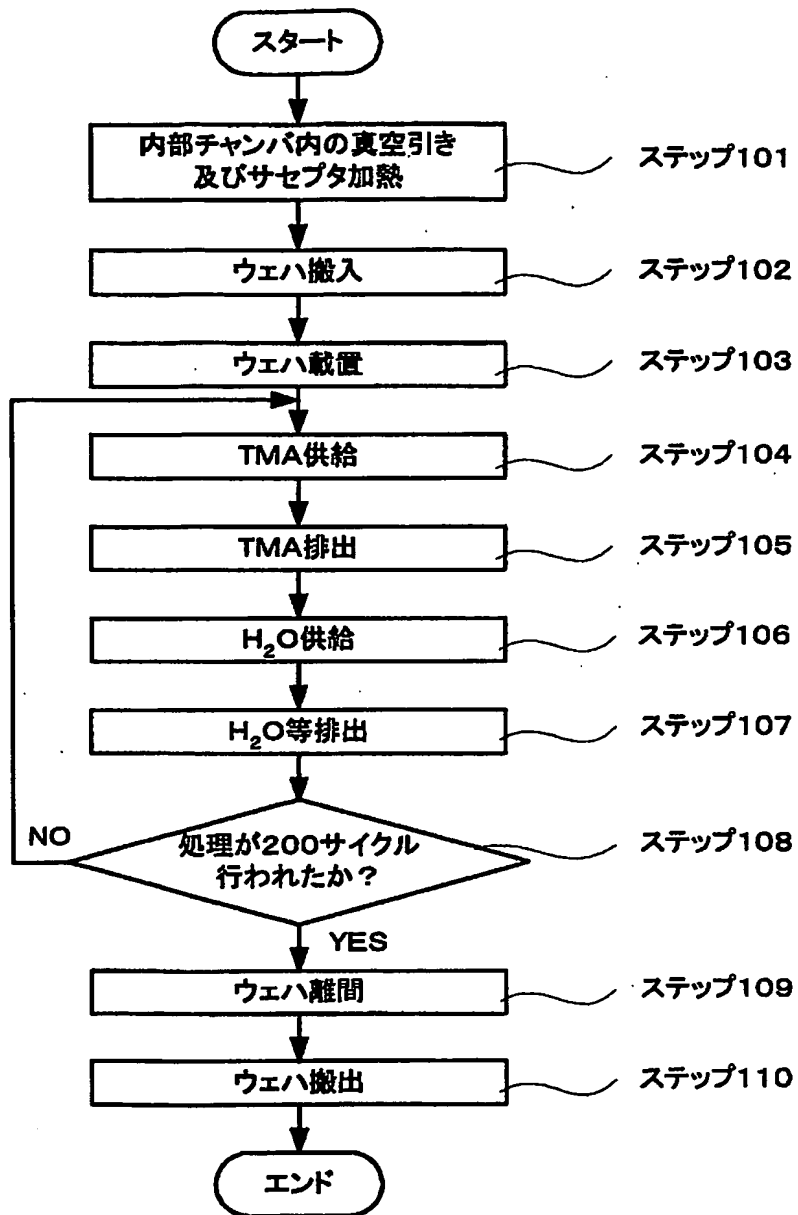
【図 1】



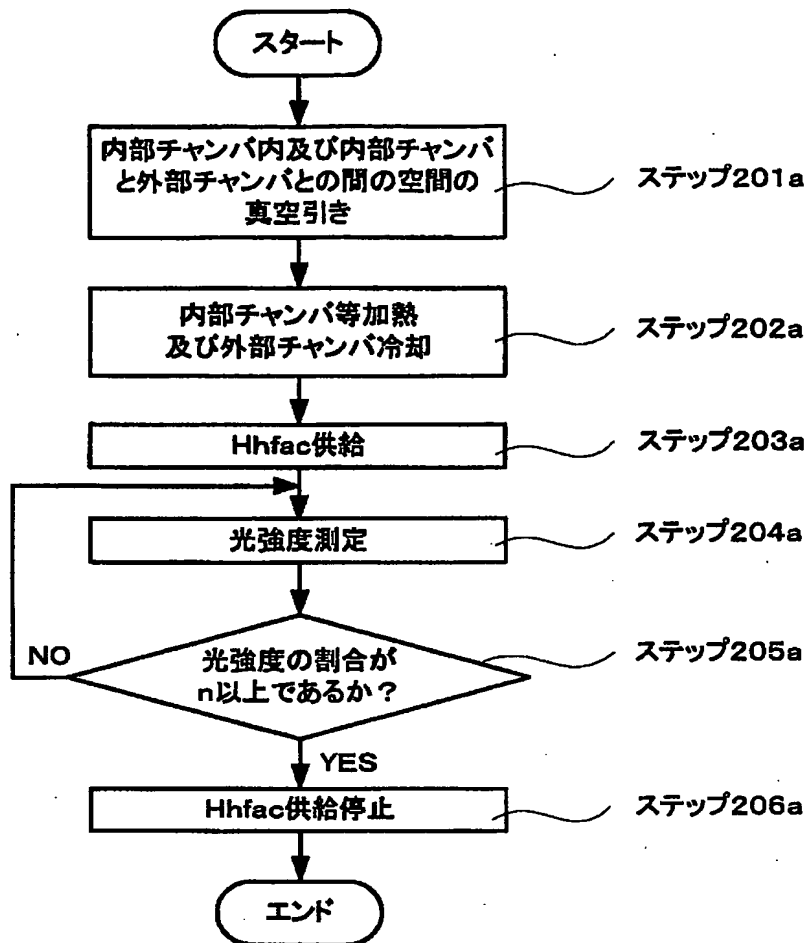
【図 2】



【図3】

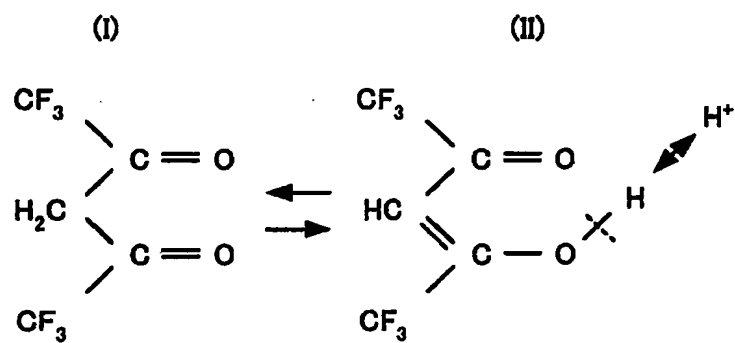


【図4】

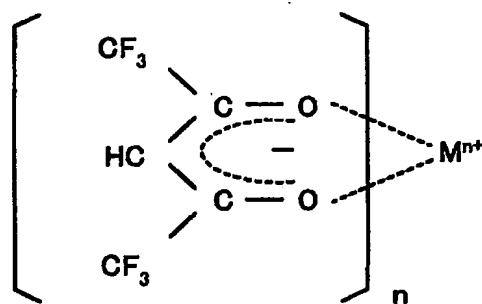


【図 5】

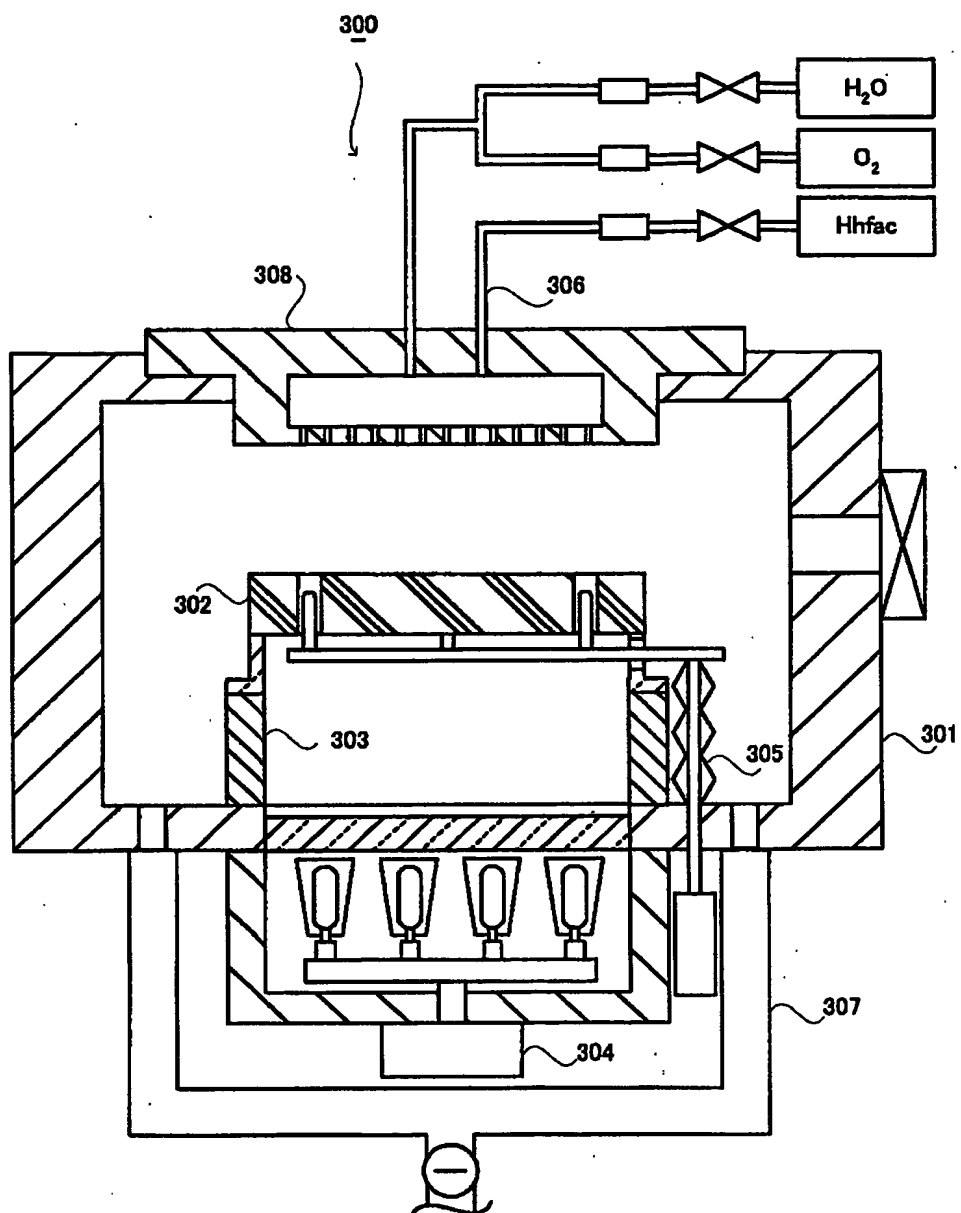
(a)



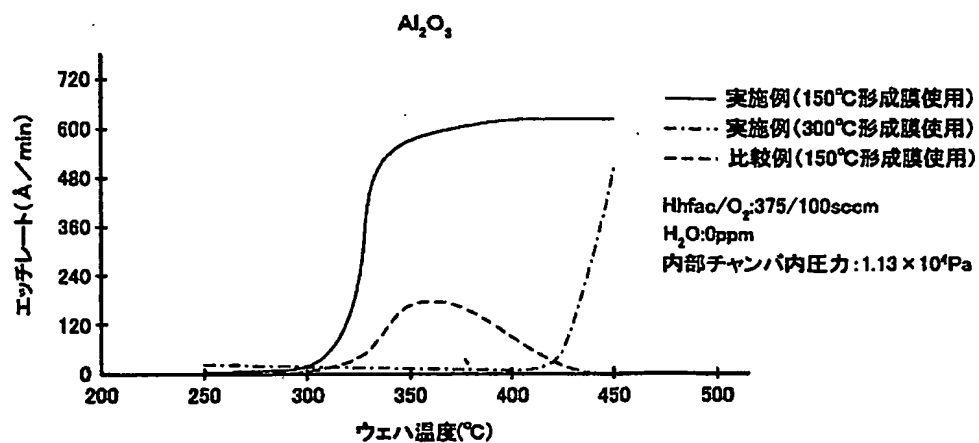
(b)



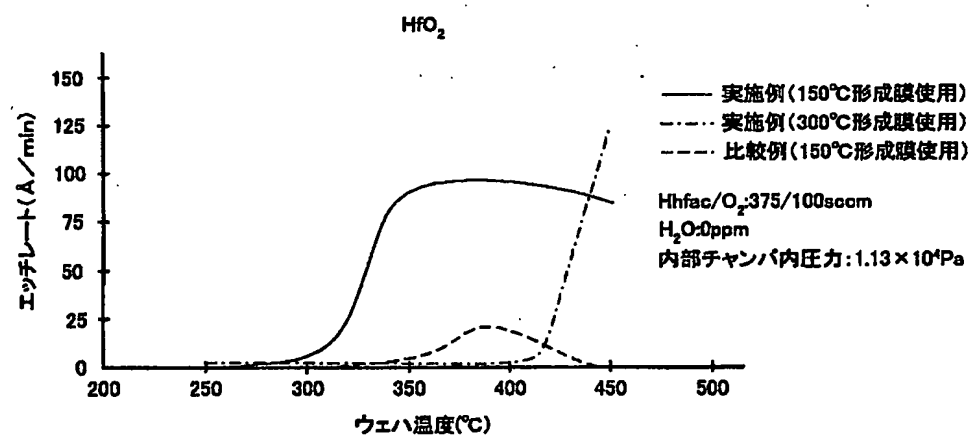
【図 6】



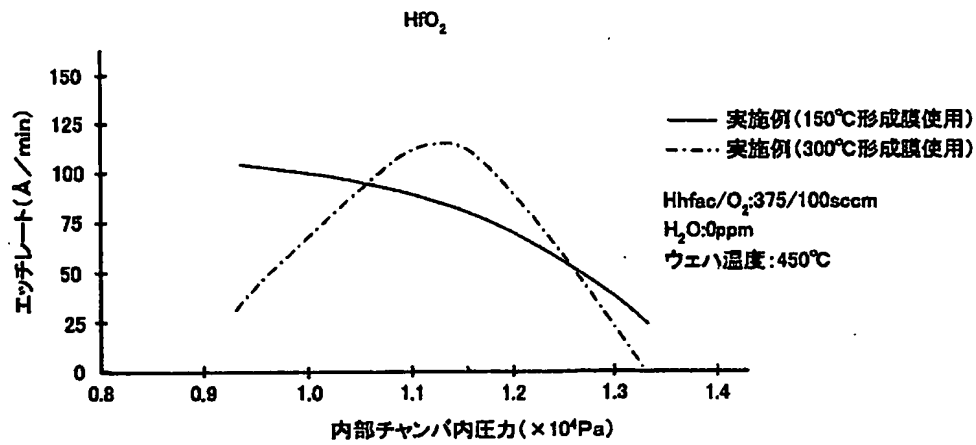
【図7】



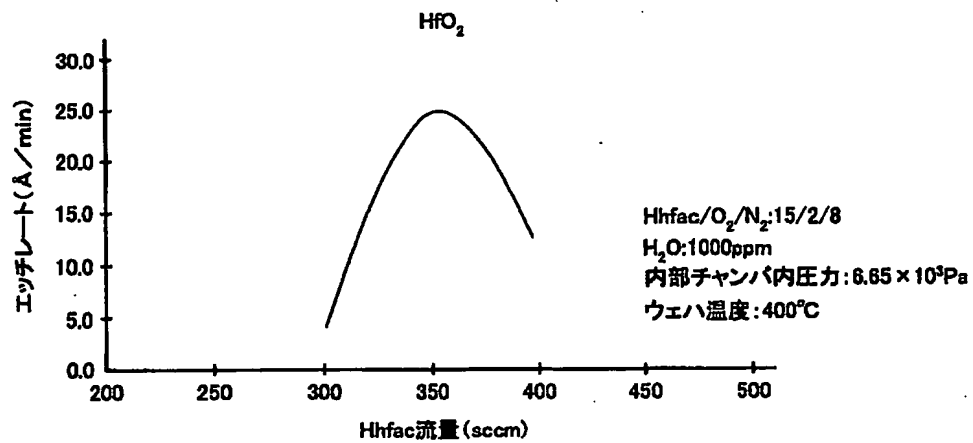
【図8】



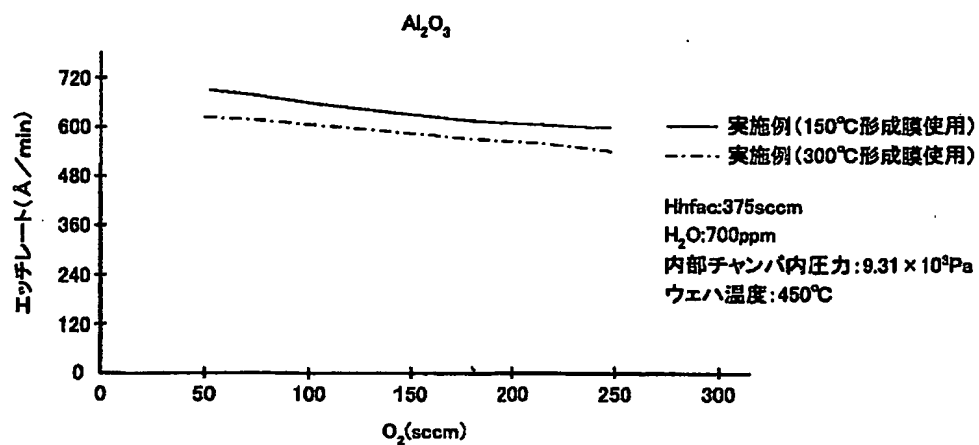
【図9】



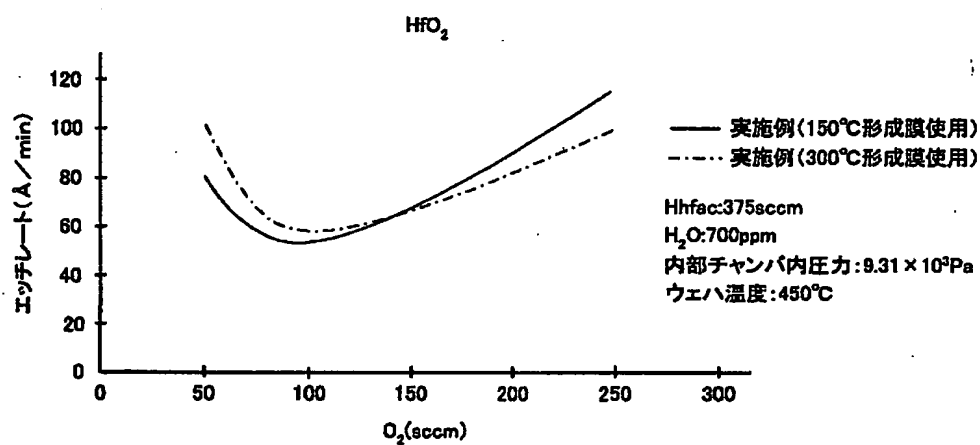
【図10】



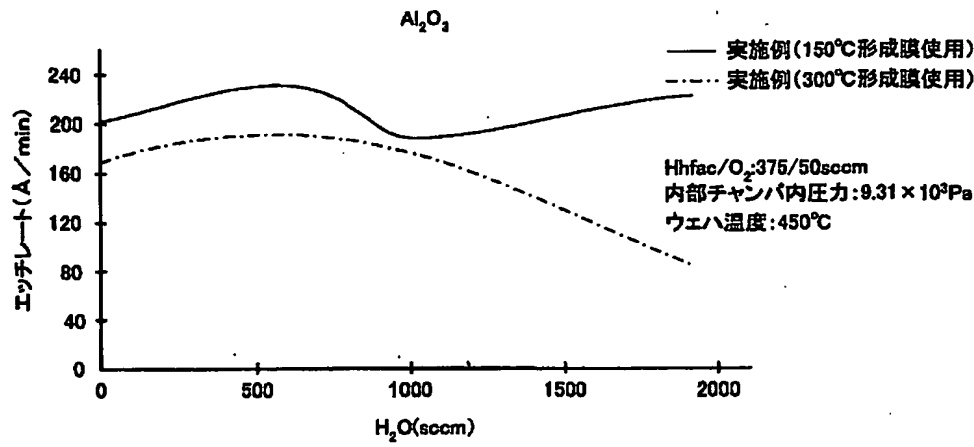
【図 1 1】



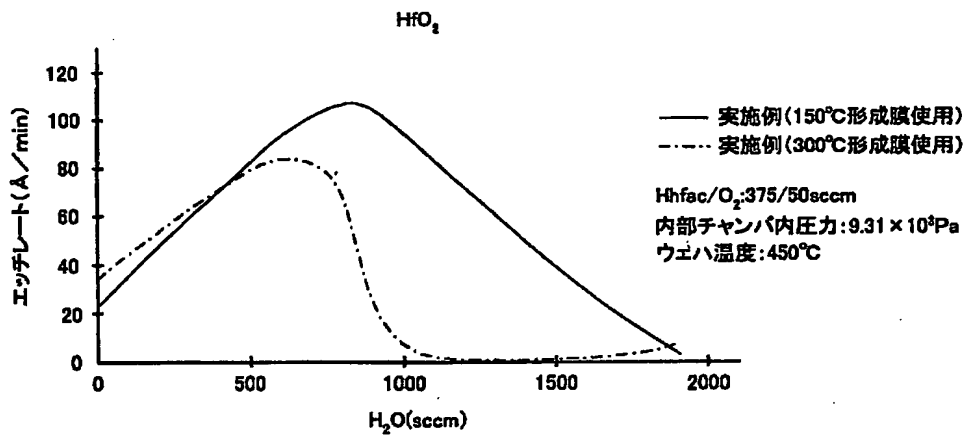
【図 1 2】



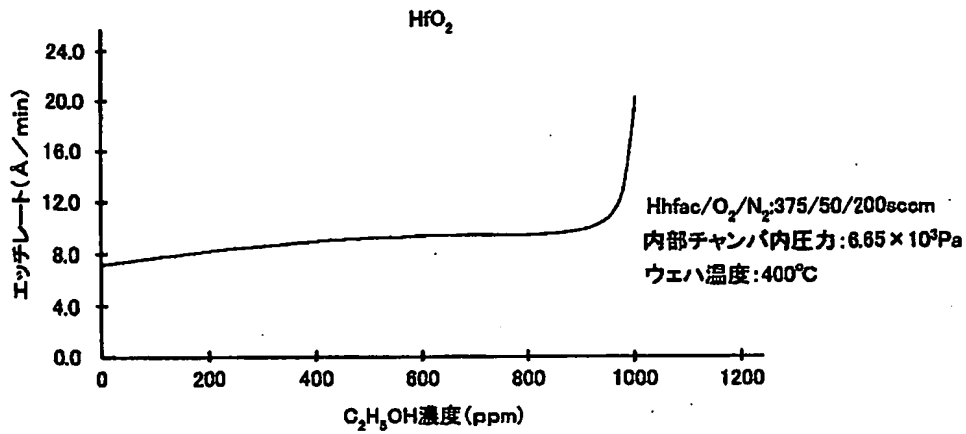
【図13】



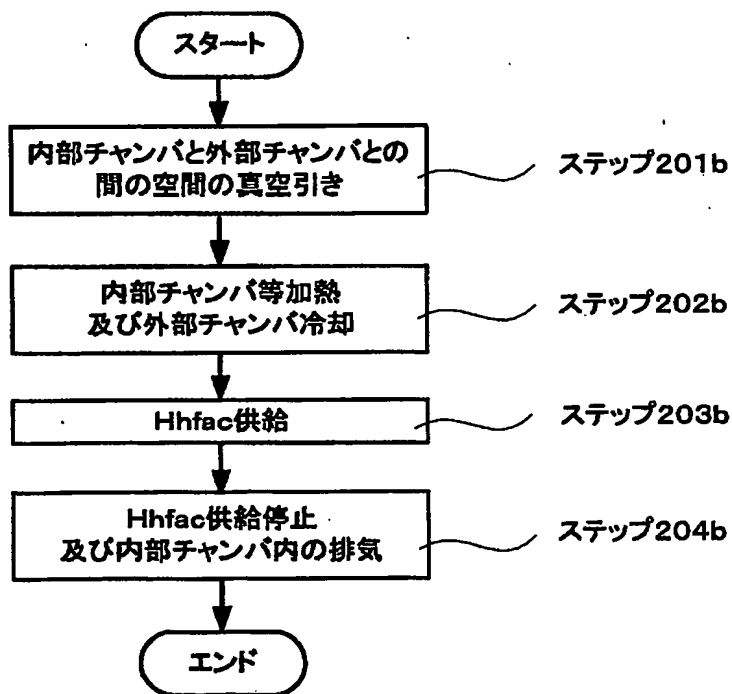
【図14】



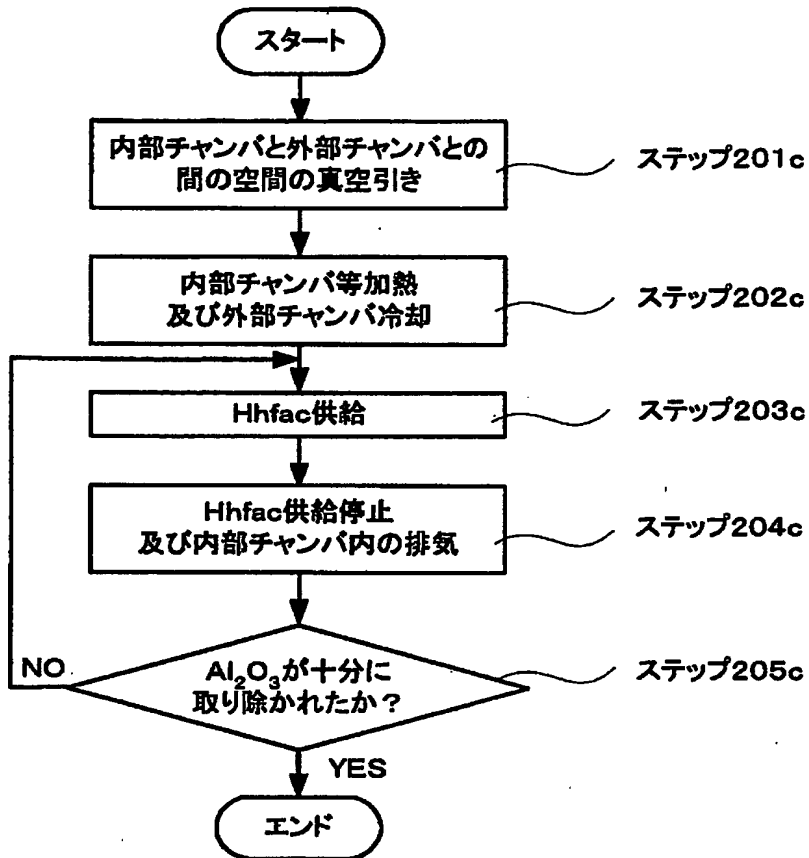
【図15】



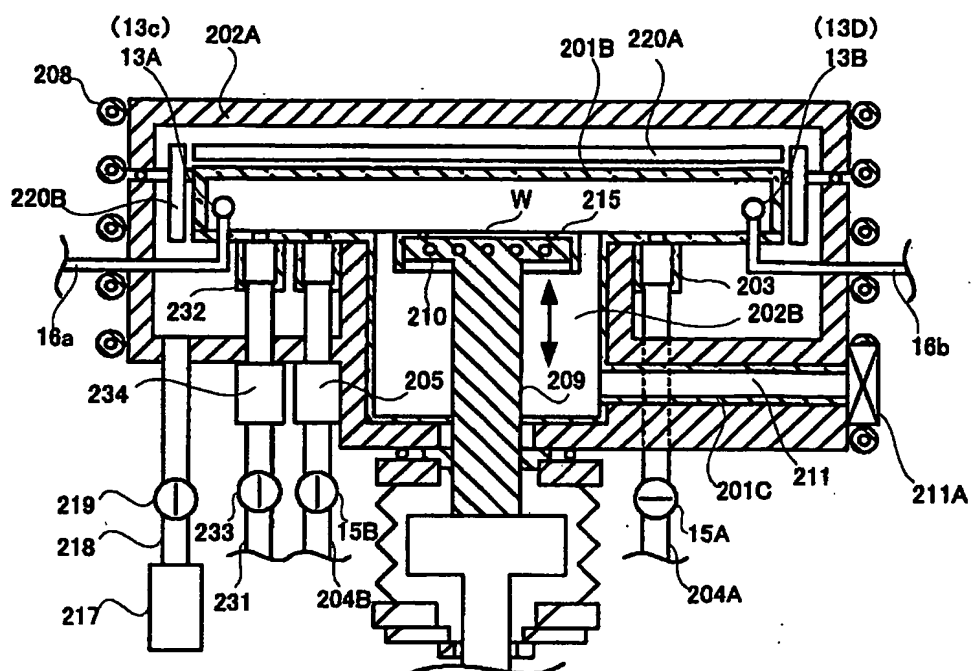
【図16】



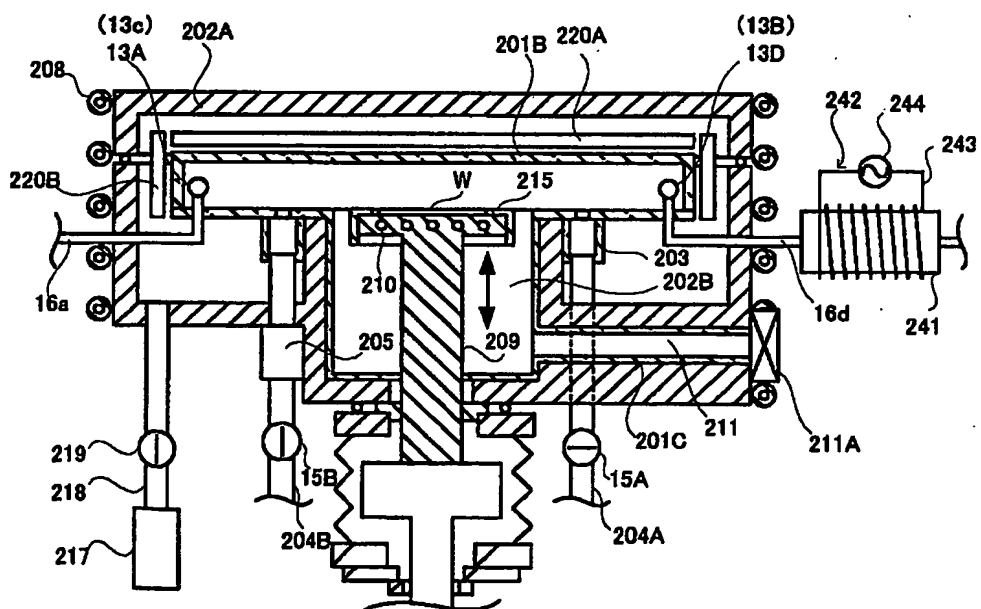
【図 17】



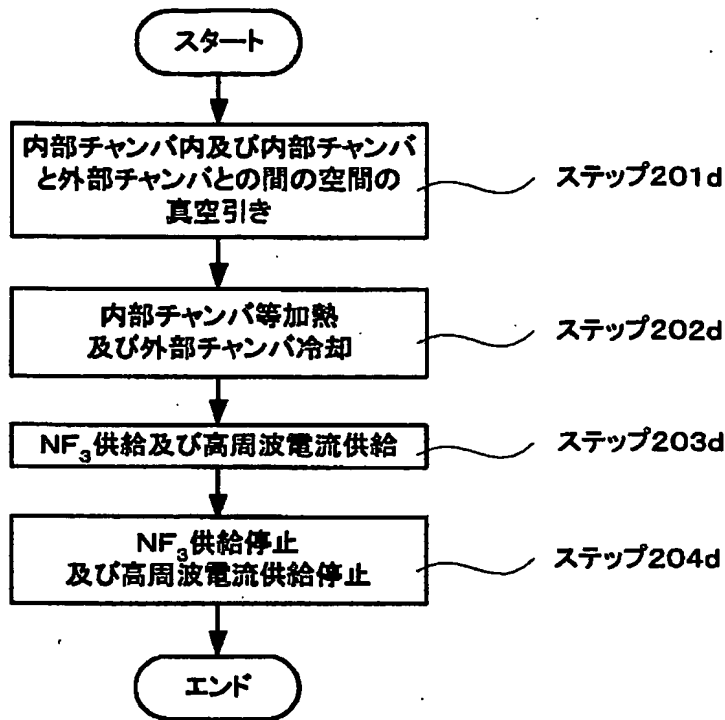
【図 18】



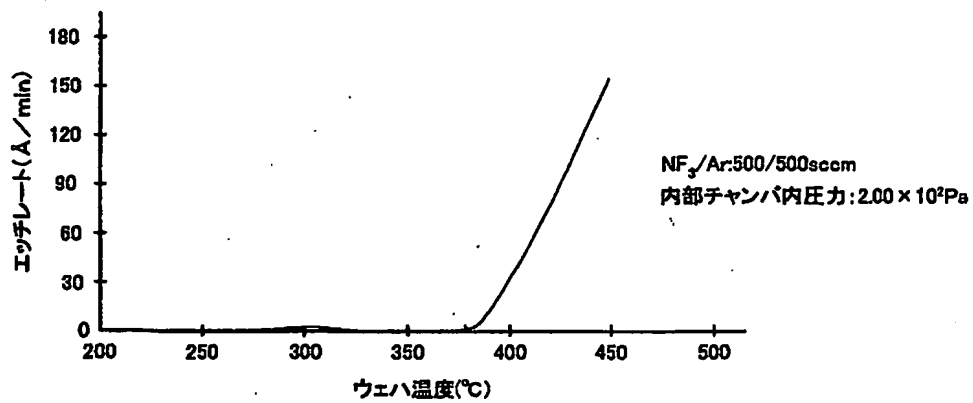
【図 19】



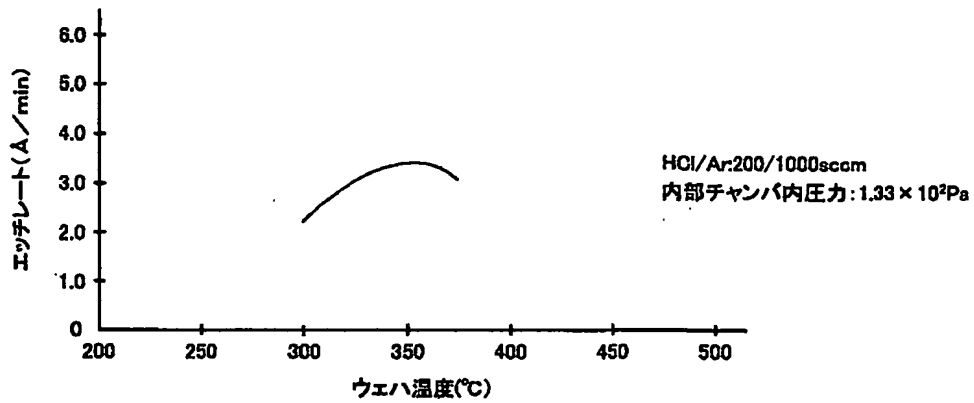
【図20】



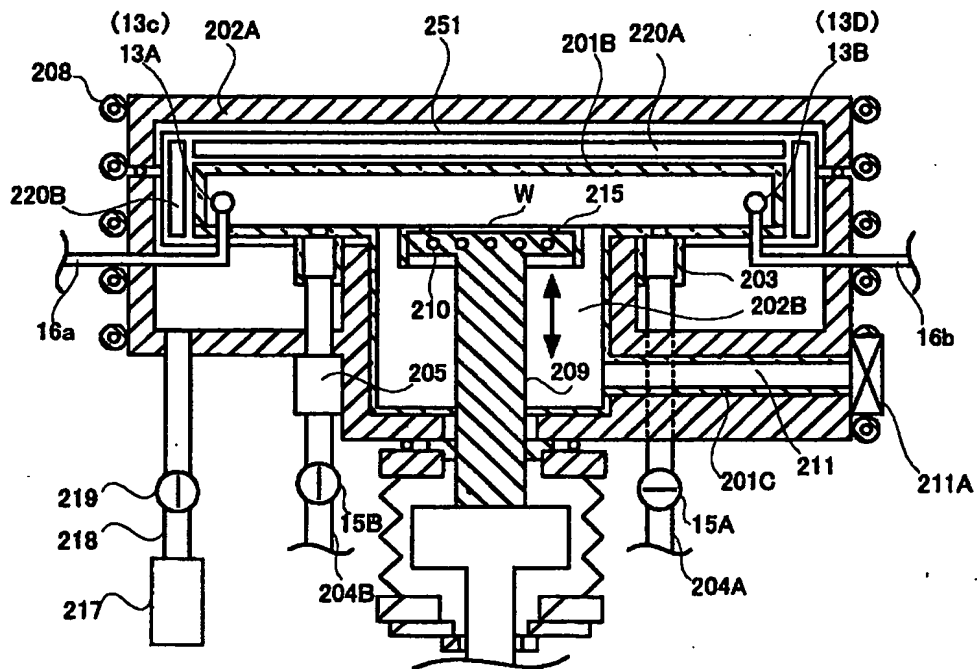
【図21】



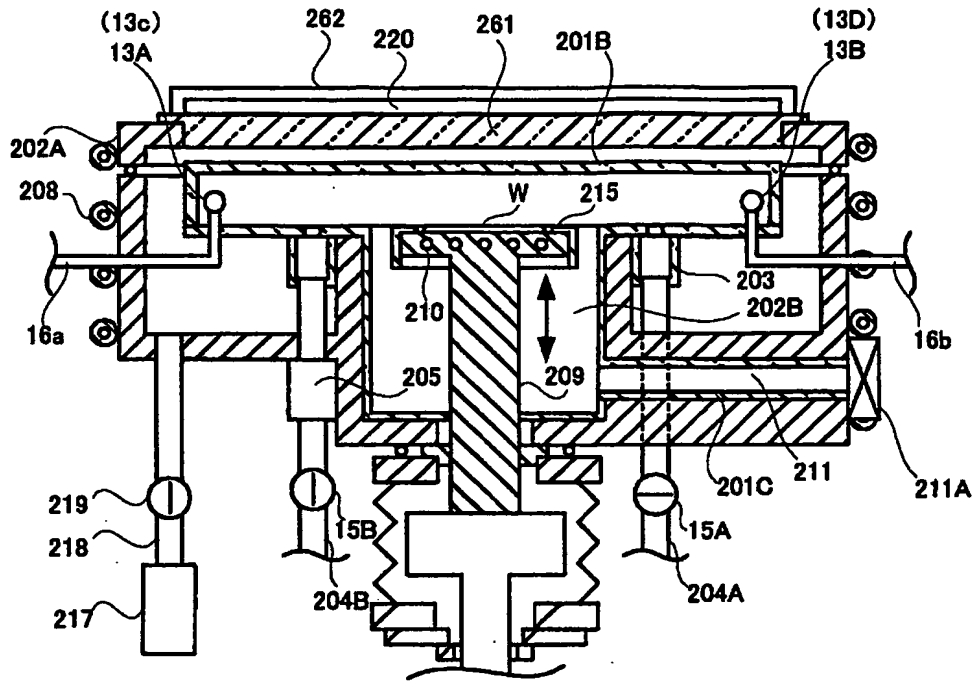
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 24】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 効果的な基板処理装置のクリーニングを行うことができる基板処理装置のクリーニング方法および基板処理装置を提供する。

【解決手段】 基板処理装置10の処理容器200は、内部チャンバ201と、内部チャンバ201全体を内包する外部チャンバ202を備えている。内部チャンバ201と外部チャンバ202との間には空間には、チャンバヒータ220A、220Bが配設されている。また、外部チャンバ202には、減圧ポンプ217が排気用導管218を介して接続されている。クリーニング時にはチャンバヒータ220A、220Bにより内部チャンバ201を約350℃に加熱するとともに内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間を排気する。

【選択図】 図2

特 2002-357945

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-357945
受付番号	50201868163
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年12月13日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000219967
【住所又は居所】	東京都港区赤坂5丁目3番6号
【氏名又は名称】	東京エレクトロン株式会社

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100077849
【住所又は居所】	東京都千代田区神田多町2丁目1番地 神田東山ビル
【氏名又は名称】	須山 佐一

次頁無

特2002-357945

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社
2. 変更年月日 2003年 4月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂五丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社

REC'D 15 AUG 2003

WIPO PCT

PCT/JP03/08317

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

24.07.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 7 月 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 1 9 7 3 6 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 1 9 7 3 6 5]

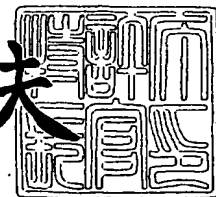
出 願 人 東京エレクトロン株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 7 月 1 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 7 0 5 2

【書類名】 特許願
【整理番号】 JPP020052
【提出日】 平成14年 7月 5日
【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿
【国際特許分類】 H01L 21/205
【発明の名称】 基板処理装置のクリーニング方法および基板処理装置
【請求項の数】 20
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 神力 博
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 土橋 和也
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 鈴木 幹夫
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 真柄 敬
【特許出願人】
 【識別番号】 000219967
 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077849

【弁理士】

【氏名又は名称】 須山 佐一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014395

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9104549

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板処理装置のクリーニング方法および基板処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板処理装置の内部チャンバの温度が基板の処理時における前記内部チャンバの温度より高くなるように前記内部チャンバを加熱し、かつ前記内部チャンバと前記内部チャンバを収容した外部チャンバとの間の空間を排気した状態で、前記内部チャンバ内にクリーニングガスを供給して、前記内部チャンバ内に付着している被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴とする基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 2】 前記内部チャンバは、300℃以上500℃以下に加熱されることを特徴とする請求項 1 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 3】 クリーニング工程は、前記外部チャンバを冷却しながら行われることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 4】 前記内部チャンバは、石英又はセラミックスで形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 5】 前記外部チャンバは、金属で形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 6】 前記被クリーニング物質は、Al、Y、Zr、Hf、La、Ce、Pr の少なくとも 1 元素を含む酸化物であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 7】 前記クリーニングガスは、ケトンを含んでいることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 8】 前記ケトンは、 β -ジケトンであることを特徴とする請求項 7 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 9】 前記 β -ジケトンは、ヘキサフルオロアセチルアセトンであることを特徴とする請求項 8 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 10】 前記クリーニングガスは、活性種を含んでいることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 11】 前記クリーニング工程は、前記内部チャンバ内を排気しながら行われることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 12】 前記内部チャンバ内の排気は、前記基板の処理時に使用される排気系とは異なる排気系を使用して行われることを特徴とする請求項 11 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 13】 前記内部チャンバ内の排気は、前記被クリーニング物質と前記クリーニングガスとの化学反応により生成された生成物を捕集しながら行われることを特徴とする請求項 11 又は 12 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 14】 前記生成物の捕集は、前記内部チャンバに近接した位置で行われることを特徴とする請求項 13 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 15】 前記内部チャンバは、抵抗発熱体により加熱されることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 16】 前記内部チャンバは、加熱ランプにより加熱されることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【請求項 17】 内部チャンバと、
前記内部チャンバを収容した外部チャンバと、
前記内部チャンバ内にクリーニングガスを供給するクリーニングガス供給系と

前記内部チャンバを加熱するチャンバヒータと、
前記内部チャンバと前記外部チャンバとの間の空間を排気する排気系と、
を具備することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 18】 前記チャンバヒータは、前記内部チャンバと前記外部チャンバとの間の空間に配設されていることを特徴とする請求項 17 記載の基板処理装置。

【請求項 19】 前記チャンバヒータから発せられる熱線を前記内部チャン

バに導く反射体をさらに備えることを特徴とする請求項 17 又は 18 記載の基板処理装置。

【請求項 20】 前記外部チャンバは前記チャンバヒータから発せられた熱線を透過する熱線透過窓を有し、かつ前記チャンバヒータは前記外部チャンバ外に配設されていることを特徴とする請求項 17 乃至 19 のいずれか 1 項記載の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板に処理を施す基板処理装置のクリーニング方法およびクリーニングが行い得る基板処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、半導体基板、例えばシリコンウェハ（以下、単に「ウェハ」という。）の表面に薄膜を形成する基板処理装置として、化学的に薄膜を形成する成膜装置が知られている。このような成膜装置では、ウェハを加熱するとともに処理ガスをチャンバ内に供給し、化学反応を起こさせることにより、ウェハ上に薄膜を形成している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような成膜装置で次々にウェハに薄膜を形成すると、ウェハが汚染されるという問題がある。これは、薄膜形成時にチャンバ内壁およびチャンバ内に配設されたサセプタ等に付着した付着物が、チャンバ内壁およびサセプタから剥離して、ウェハに付着するためであると考えられる。

【0004】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものである。即ち、本発明は、内部チャンバ内のクリーニングを行うことができる基板処理装置のクリーニング方法およびそのようなクリーニングが行い得る基板処理装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決しようとする手段】

本発明の基板処理装置のクリーニング方法は、基板処理装置の内部チャンバの温度が基板の処理時における前記内部チャンバの温度より高くなるように前記内部チャンバを加熱し、かつ前記内部チャンバと前記内部チャンバを収容した外部チャンバとの間の空間を排気した状態で、前記内部チャンバ内にクリーニングガスを供給して、前記内部チャンバ内に付着している被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置のクリーニング方法は、クリーニング工程を具備しているので、内部チャンバ内のクリーニングを行うことができる。また、外部チャンバの温度上昇を抑制することとができる。

【0006】

上記内部チャンバは、300℃以上500℃以下に加熱されることが好ましい。内部チャンバを300℃以上500℃以下に加熱することにより、確実に内部チャンバ内から被クリーニング物質を取り除くことができる。

【0007】

上記クリーニング工程は、外部チャンバを冷却しながら行われることが好ましい。外部チャンバを冷却することにより外部チャンバの温度上昇を抑制することができる。

【0008】

上記内部チャンバは、石英又はセラミックスで形成されていることが好ましい。内部チャンバをこのような物質から形成することにより、内部チャンバを高温に加熱することができる。

【0009】

上記外部チャンバは、金属で形成されていることが好ましい。外部チャンバを金属で形成することにより、基板処理装置の機械的強度を高めることができる。

【0010】

上記被クリーニング物質は、Al、Y、Zr、Hf、La、Ce、Prの少なくとも1元素を含む酸化物であってもよい。これらの酸化物が内部チャンバ内に

付着している場合であっても、確実に内部チャンバ内からこれらの酸化物を取り除くことができる。

【0011】

上記クリーニングガスは、ケトンを含んでいることが好ましい。クリーニングガスにケトンを含ませることにより、内部チャンバ内から被クリーニング物質を取り除くことができる。

【0012】

上記ケトンは、 β -ジケトンであることが好ましい。ケトンとして、 β -ジケトンを使用することにより、被クリーニング物質を構成する物質の錯体を形成することができる。

【0013】

上記 β -ジケトンは、ヘキサフルオロアセチルアセトンであることが好ましい。 β -ジケトンとして、ヘキサフルオロアセチルアセトンを使用することにより、容易に錯体を形成することができる。

【0014】

上記クリーニングガスは、活性種を含んでいることが好ましい。本発明の「活性種」には、ラジカル、ラジカルイオンが含まれる。クリーニングガスに活性種を含ませることにより、内部チャンバから被クリーニング物質を取り除くことができる。

【0015】

上記クリーニング工程は、内部チャンバ内を排気しながら行われることが好ましい。内部チャンバ内を排気しながらクリーニング工程を行うことにより、短時間でクリーニングを終了させることができる。

【0016】

上記内部チャンバ内の排気は、基板の処理時に使用される排気系とは異なる排気系を使用して行われることが好ましい。このような排気を行うことにより、基板の処理時に使用される排気系内への被クリーニング物質とクリーニングガスとの化学反応により生成された生成物等の付着を抑制することができる。

【0017】

上記内部チャンバ内の排気は、被クリーニング物質とクリーニングガスとの化学反応により生成された生成物を捕集しながら行われることが好ましい。生成物を捕集しながら排気を行うことにより、クリーニング時に使用される排気系への生成物の付着を抑制することができる。

【0018】

上記生成物の捕集は、内部チャンバに近接した位置で行われることが好ましい。このような位置で生成物の捕集を行うことにより、クリーニング時に使用される排気系への生成物の付着をより抑制することができる。

【0019】

上記内部チャンバは、抵抗発熱体により加熱されてもよい。抵抗発熱体を使用することにより、内部チャンバを容易に所定の温度に加熱することができる。

【0020】

上記内部チャンバは、加熱ランプにより加熱されてもよい。加熱ランプを使用することにより、短時間で内部チャンバを所定の温度に到達させることができる。

【0021】

本発明の基板処理装置は、内部チャンバと、内部チャンバを収容した外部チャンバと、内部チャンバ内にクリーニングガスを供給するクリーニングガス供給系と、内部チャンバを加熱するチャンバヒータと、内部チャンバと外部チャンバとの間の空間を排気する排気系とを具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置は、クリーニングガス供給系と、チャンバヒータと、排気系とを備えているので、内部チャンバ内のクリーニングを行うことができる。また、外部チャンバの温度上昇を抑制することができる。

【0022】

上記チャンバヒータは、内部チャンバと外部チャンバとの間の空間に配設されていることが好ましい。このような位置にチャンバヒータを配設することにより、外部チャンバの温度上昇を確実に抑制することができる。

【0023】

上記基板処理装置は、チャンバヒータから発せられる熱線を内部チャンバに導

く反射体をさらに備えることが好ましい。反射体を備えることにより、内部チャンバを効率良く加熱することができる。

【0024】

上記外部チャンバはチャンバヒータから発せられた熱線を透過する熱線透過窓を有し、かつチャンバヒータは外部チャンバ外に配設されていてもよい。外部チャンバに紫外線透過窓を備え、チャンバヒータをこのような位置に配設することにより、チャンバヒータの修理、清掃等のメンテナンスを容易に行うことができる。

【0025】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)

以下、本発明の第1の実施の形態について説明する。図1は、本実施の形態に係るALD成膜プロセスを行う基板処理装置の構成を示した図である。ALD成膜プロセスでは、ウェハ上に第1の原料ガスと第2の原料ガスとを交互に、ウェハ表面に沿って流れる層流の形で供給し、第1の原料ガス中の原料ガス分子をウェハ表面に吸着させる。この原料ガス分子を第2の原料ガス中の原料ガス分子と反応させることにより1分子層分の厚さの膜を形成する。このプロセスを繰り返すことにより、ウェハ表面にゲート絶縁膜として使用可能な高品質な誘電体膜、特に高誘電体膜を形成する。

【0026】

図1に示されるように、基板処理装置10はウェハWを隔てて互に対向する処理ガス導入口13Aおよび13Bと、ウェハWを隔てて処理ガス導入口13Aおよび13Bにそれぞれ対向する細長いスリット状の排気口14A、14Bとを有する処理容器200を備えている。

【0027】

排気口14Aおよび14Bは、それぞれコンダクタンスバルブ15Aおよび15Bを介してトラップ100に接続されている。処理容器200内のガスはトラップ100を介して排気される。また、処理容器200には、処理ガス導入口13Aと併設された処理ガス導入口13Cが形成されている。

【0028】

処理ガス導入口13Aは、切替バルブ16Aの第1の出口に接続されている。切替バルブ16Aは、バルブ17A、質量流量コントローラ18A、および別のバルブ19Aを含む第1の原料供給ライン16aを介してトリメチルアルミニウム(CH_3)₃Al(以下、「TMA」という。)を収容した原料容器20Aに接続されている。第1の原料供給ライン16aには、バルブ21A、22Aを含むAr等の不活性ガスを供給するパージライン21aが接続されている。

【0029】

切替バルブ16Aには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Aおよびバルブ24Aを含むバルブパージライン23aが接続されている。切替バルブ16Aの第2の出口はパージライン100aを介してトラップ100に接続されている。

【0030】

同様に、処理ガス導入口13Bは、切替バルブ16Bの第1の出口に接続されている。切替バルブ16Bは、バルブ17B、質量流量コントローラ18B、および別のバルブ19Bを含む第2の原料供給ライン16bを介してH₂Oを収容した原料容器20Bに接続されている。第2の原料供給ライン16bには、バルブ21B、22Bを含むAr等の不活性ガスを供給するパージライン21bが接続されている。

【0031】

切替バルブ16Bには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Bおよびバルブ24Bを含むバルブパージライン23bが接続されている。切替バルブ16Bの第2の出口は、パージライン100bを介してトラップ100に接続されている。

【0032】

処理ガス導入口13Cは、切替バルブ16Cの第1の出口に接続されている。切替バルブ16Cは、バルブ17C、質量流量コントローラ18C、および別のバルブ19Cを含む第3の原料供給ライン16cを介してHf($\text{t-OC}_4\text{H}_9$)₄を収容した原料容器20Cに接続されている。第3の原料供給ライン16c

には、バルブ21C、22Cを含み、Ar等の不活性ガスを供給するバージライン21cが接続されている。

【0033】

切替バルブ16Cには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Cおよびバルブ24Cを含むバルブバージライン23cが接続されている。切替バルブ16Cの第2の出口は、バージライン100cを介してトラップ100に接続されている。

【0034】

処理容器200には、クリーニングガス導入口13Dが排気口14Aに併設されている。クリーニングガス導入口13Dは、切替バルブ16Dの第1の出口に接続されている。切替バルブ16Dは、バルブ17D、質量流量コントローラ18D、および別のバルブ19Dを含む第4の原料供給ライン16dを介してヘキサフルオロアセチルアセトン（以下、「Hhfac」という。）を収容した原料容器20Dに接続されている。第4の原料供給ライン16dには、バルブ21D、22Dを含むAr等の不活性ガスを供給するバージライン21dが接続されている。

【0035】

切替バルブ16Dには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Dおよびバルブ24Dを含むバルブバージライン23dが接続されている。切替バルブ16Dの第2の出口は、バージライン100d、100bを介してトラップ100に接続されている。

【0036】

基板処理装置10には、成膜プロセスを制御する制御装置10Aが設けられている。制御装置10Aは、切替バルブ16A～16Dおよびコンダクタンスバルブ15A、15B、および後述するチャンバヒータ220を制御する。また、制御装置10Aには、後述する光センサ207が電氣的に接続されている。

【0037】

図2は本実施の形態に係る処理容器200の内部を模式的に示した図である。ただし図2中、図1に対応する部分は同一の参照符号で示されている。図2に示

されるように、処理容器200は、石英ガラスよりなる内部チャンバ201と、内部チャンバ201の外側に配設されたA1よりなる外部チャンバ202とを有している。

【0038】

内部チャンバ201は、外部チャンバ202中に固定され、外部チャンバ202の一部を構成するカバープレート202Aにより覆われる凹部中に収められている。内部チャンバ201は、凹部内において外部チャンバ202の底面を覆う石英底板201Aと、凹部内において石英底板201Aを覆う石英カバー201Bとから構成されている。

【0039】

内部チャンバ201内には、処理ガス導入口13Aおよび13BがウェハWを隔てて対向するように配設されている。石英底板201Aには、内部チャンバ201内を排気するための排気口14A、14Bが形成されている。ここで、処理ガス導入口13Aから導入されたTMAは、内部チャンバ201内をウェハWの表面に沿って流れ、対向する排気口14Aから排気される。同様に処理ガス導入口13Bから導入されたH₂Oは、内部チャンバ201内をウェハWの表面に沿って流れ、対向する排気口14Bから排気される。このようにTMAおよびH₂Oを交互に処理ガス導入口13Aから排気口14Aへと、あるいは処理ガス導入口13Bから排気口14Bへと流すことにより、先に説明した分子層を基本単位とする膜形成が可能になる。

【0040】

排気口14A、14Bの周囲には石英ガラスよりなるライナ203が配設されており、ライナ203には図示しない減圧ポンプに接続された排気用導管204a、204bがそれぞれ接続されている。なお、排気用導管204a、204bには、それぞれコンダクタンスバルブ15A、15Bが介在している。

【0041】

図2の状態では、コンダクタンスバルブ15Aが略閉状態に、またコンダクタンスバルブ15Bが開状態に設定されている。コンダクタンスバルブ15A、15Bは、信頼性の高い開閉状態を実現するために、閉状態といえども完全に閉鎖

するのではなく 3% 程度の弁開度を残しておくのが好ましい。

【0042】

排気用導管 204b の、コンダクタンスバルブ 15B と外部チャンバ 202 との間の部分には、トラップ 100 とは別のトラップ 205 が配設されている。トラップ 205 により、内部チャンバ 201 から排出された直ぐ後ろの位置で排気中に含まれる液状成分や固体成分等の不純物や異物が除去される。なお、トラップ 205 は省略しても良い。

【0043】

石英カバー 201B 付近には、ランプ 206 と光強度を測定する光センサ 207 とが配設されている。ランプ 206 から発せられ、後述するサセプタ 209 で反射された光の強度を光センサ 207 で測定することにより、サセプタ 209 に付着している Al_2O_3 の量が把握される。

【0044】

外部チャンバ 202 の外周には、外部チャンバ 202 を冷却する水冷ジャケット 208 が配設されている。水冷ジャケット 208 内に冷却水が流されることにより、外部チャンバ 202 が冷却される。なお、水冷ジャケット 208 に限らず、外部チャンバ 202 を冷却することができる冷却機構であれば、使用することが可能である。このような冷却機構としては、水冷ジャケット 208 に他に例えばペルチェ素子等が挙げられる。

【0045】

外部チャンバ 202 の底部には、円形の開口部 202B が形成されている。開口部 202B には、ウェハ W を保持したディスク状の基板載置台、すなわちサセプタ 209 が収められている。サセプタ 209 中には、加熱機構例えば抵抗加熱型のヒータ 210 が収容されている。

【0046】

サセプタ 209 は外部チャンバ 202 の下部に設けられた基板搬送部 211 により回転自在に、また同時に上下動自在に保持されている。サセプタ 209 は最上位のプロセス位置と最下位の基板出入位置との間を上下動可能に保持されており、プロセス位置は、サセプタ 209 上のウェハ W の表面が石英底板 201A の

表面と略一致するように決定されている。

【0047】

一方、基板出入位置は、基板搬送部204の側壁面に形成されたゲートバルブ211Aに対応して設定されており、サセプタ209が基板出入位置まで下降した場合、ゲートバルブ211Aから図示しない搬送アームが挿入され、ウェハ昇降ピン（図示せず）によりサセプタ209表面から持ち上げられたウェハWを保持して取り出し、次の工程に送る。また、図示しない搬送アームは、新たなウェハWを、ゲートバルブ211Aを介して基板搬送部211中に導入し、これをサセプタ209上に載置する。新たなウェハWを保持したサセプタ209は、軸受部212中に磁気シール212Aにより保持された回転軸212Bにより回転自在に保持されている。また回転軸212Bに延設されたエアシリンダ213により昇降自在に保持されている。回転軸212Bが昇降する空間は、ベローズ214等の隔壁により密閉されている。その際、この空間は図示しない排気口を介して内部チャンバ201内部よりも高真空状態に排気され、内部チャンバ201内で行われる基板処理プロセスへの汚染が回避される。

【0048】

かかる差圧排気を確実にを行うため、サセプタ209にはウェハWを囲むように石英ガラスよりなるガードリング215が設けられている。ガードリング215により、サセプタ209と外部チャンバ202中にサセプタ209を収容するように形成された開口部202Bの側壁面との間のコンダクタンスが抑制される。これによりベローズ214で画成された空間内を高真空に排気した場合に内部チャンバ201との間に差圧が確実に形成される。

【0049】

外部チャンバ202の底部に形成された開口部202Bは、側壁面がライナ201Cにより覆われている。ライナ201Cは、さらに下方に延在しており、基板搬送部211の内壁を覆っている。

【0050】

内部チャンバ201と外部チャンバ202の間には空間が形成されている。外部チャンバ202には、排気によりこの空間の圧力を低下させる排気系216

が接続されている。排気系 216 は、減圧ポンプ 217 と、減圧ポンプ 217 と外部チャンバ 202 とに接続された排気用導管 218 と、外部チャンバ 202 内の圧力を調節するコンダクタンスバルブ 219 とを備えている。コンダクタンスバルブ 219 が開かれた状態で、減圧ポンプ 217 が作動することにより、上記空間の圧力が低下する。

【0051】

内部チャンバ 201 と外部チャンバ 202 との間の空間には、チャンバヒータ 220 が配設されている。具体的には、石英カバー 201B 上部とカバープレート 202A との間の空間には、チャンバヒータ 220A が配設されている。また、石英カバー 201B の側部と外部チャンバ 202 の側部との空間には、チャンバヒータ 220B が配設されている。

【0052】

チャンバヒータ 220A、220B は石英カバー 201B の外側近傍の位置に配設されている。これらのチャンバヒータ 220A、220B は内部チャンバ 201 を外側から加熱するための装置であり、制御装置 10A と電気的に接続されている。これらのチャンバヒータ 220A、220B は制御装置 10A の指令に基づいて加熱のオン・オフ制御や出力の制御がなされる。

【0053】

チャンバヒータ 220A、220B の種類としては、内部チャンバ 201 の内部を 300～500℃程度にまで加熱できるヒータであればどのようなヒータでもよい。例えば、電気抵抗により通電時に発熱する抵抗加熱型ヒータや、赤外線ランプ等からなるランプ加熱型のヒータ、セラミックヒータ等の既知のヒータが挙げられる。チャンバヒータ 220A、220B は石英カバー 201B 中に内蔵させても良い。なお、チャンバヒータ 220B は省略しても良い。

【0054】

以下、基板処理装置 10 で行われる成膜のフローについて図 3 に沿って説明する。図 3 は本実施の形態に係る基板処理装置 10 で行われる成膜のフローを示したフローチャートである。

【0055】

まず、図示しない減圧ポンプが作動して、内部チャンバ201内の真空引きが行われる。また、ヒータ210に電流が流されて、サセプタ209が加熱される(ステップ101)。

【0056】

内部チャンバ201内の圧力が所定圧力まで低下し、かつサセプタ209が所定温度まで加熱された後、ゲートバルブ211Aが開かれ、ウェハWを保持した図示しない搬送アームが伸長して、内部チャンバ201内にウェハWが搬入される(ステップ102)。

【0057】

その後、搬送アームが縮退して、ウェハWが図示しないウェハ昇降ピンに載置される。ウェハWがウェハ昇降ピンに載置された後、ウェハ昇降ピンが下降し、ウェハWがサセプタ209に載置される(ステップ103)。

【0058】

サセプタ209が約300℃で安定した後、内部チャンバ201内の圧力が約50～400Paに維持された状態で、バルブ17A、19A、切替バルブ16Aが開かれてTMAが約30sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される(ステップ104)。供給されたTMAがウェハWに接触すると、ウェハW表面にTMAが吸着される。

【0059】

所定時間経過後、バルブ17A、19A、切替バルブ16Aが閉じられて、TMAの供給が停止されるとともに、内部チャンバ201内に残留しているTMAが内部チャンバ201内から排出される(ステップ105)。なお、排出の際、内部チャンバ201内の圧力は、約 1.33×10^{-2} Paに維持される。

【0060】

所定時間経過後、バルブ17B、19B、切替バルブ16Bが開かれて、H₂Oが約100sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される(ステップ106)。供給されたH₂OがウェハWに吸着されたTMAに接触すると、TMAとH₂Oとが反応して、Al₂O₃膜がウェハW上に形成される。

【0061】

所定時間経過後、切替バルブ16B、バルブ19B、17Bが閉じられて、H₂Oの供給が停止されるとともに、内部チャンバ201内に残留しているH₂O等が内部チャンバ201内から排出される（ステップ107）。なお、排出の際、内部チャンバ201内の圧力は、約 1.33×10^{-2} Paに維持される。

【0062】

所定時間経過後、ステップ104～ステップ107の工程を1サイクルとして、制御装置10Aにより処理が設定したサイクル数に達したか否かが判断される。本実施の形態では、処理が200サイクルで終了するように設定されている（ステップ108）。処理が約200サイクル行われていないと判断されると、ステップ104～ステップ107の工程が再び行われる。

【0063】

処理が約200サイクル行われたと判断されると、図示しないウェハ昇降ピンが上昇し、ウェハWがサセプタ209から離れる（ステップ109）。なお、処理が約200サイクル行われると、ウェハW上には、約10nmのAl₂O₃膜が形成される。

【0064】

その後、ゲートバルブ211Aが開かれた後、図示しない搬送アームが伸長して、搬送アームにウェハWが保持される。最後に、搬送アームが縮退して、ウェハWが内部チャンバ201から搬出される（ステップ110）。

【0065】

以下、基板処理装置10で行われるクリーニングのフローについて図4に沿って説明する。図4は本実施の形態に係る基板処理装置10で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【0066】

まず、図示しない減圧ポンプが作動して、排気用導管204bを介して内部チャンバ201内の真空引きが行われる。また、減圧ポンプ217が作動して、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間の真空引きが行われる（ステップ201A）。

【0067】

その後、チャンバヒータ220A、220Bおよびヒータ210に電流が流されて、内部チャンバ201およびサセプタ209等が加熱される。ここで、内部チャンバは、成膜時の内部チャンバ201の温度より高くなるように加熱される。また、水冷ジャケット208内に冷却水が流されて、外部チャンバ202が冷却される（ステップ202a）。

【0068】

内部チャンバ201内の圧力が650Pa以下に維持され、かつ内部チャンバ201およびサセプタ209等の温度が約300～500℃の所定温度に到達して安定した後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが開かれてHhfacが約500sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される（ステップ203a）。内部チャンバ201内にHhfacが供給されることにより、内部チャンバ201内のクリーニングが行われる。具体的には、内部チャンバ201内にHhfacが供給されると、Hhfacと内部チャンバ201内壁に付着した Al_2O_3 とが化学反応を起し、Al錯体が形成される。一方、このAl錯体は蒸気圧が高く容易に気化する。それ故、Al錯体は排気により内部チャンバ201から容易に排出される。なお、内部チャンバ201内から排出されたAl錯体は、トラップ205で捕捉される。

【0069】

なお、クリーニング時のサセプタ209や内部チャンバ201内等は300～500℃に維持するのが好ましく、350～450℃に維持するのが更に好ましい。ここで、クリーニング時のサセプタ209や内部チャンバ201内等の好ましい温度範囲を300～500℃としたのは、温度が300℃を下回るとAl錯体が気化し難く、排気により内部チャンバ201内から除去できないおそれがあるからである。一方、クリーニング時の温度が500℃を上回るとAl錯体が熱により分解してAl及び Al_2O_3 が内部チャンバ201内壁に再付着するおそれがあるからである。

【0070】

次に、クリーニングが行われている状態で、ランプ206が点灯するとともに光センサ207によりサセプタ209で反射された光の強度が測定される（ステ

ップ 204 a)。

【0071】

光センサ 207 により測定された光の強度の情報は制御装置 10 A に送られて、制御装置 10 A でメモリに記憶された光の強度に対するクリーニングが行われている間に測定された光の強度の割合が演算され、演算結果が所定の数値 n 以上であるか否か判断される (ステップ 205 a)。

【0072】

演算結果が所定の数値 n 未満である判断された場合には、制御装置 10 A から制御信号が光センサ 207 に送られ、再び光の強度測定が行われる。演算結果が所定の数値 n 以上であると判断された場合には、制御装置 10 A から制御信号が切替バルブ 16 D 等に送られ、バルブ 17 D、19 D、および切替バルブ 16 D が閉じられる (ステップ 206 a)。これにより、内部チャンバ 201 内のクリーニングが終了される。

【0073】

本実施の形態では、内部チャンバ 201 を成膜時より高い温度に維持した状態で、内部チャンバ 201 内に H h f a c を供給するので、内部チャンバ 201 内壁およびサセプタ 209 等に付着した A l 2 O 3 を取り除くことができる。

【0074】

本実施の形態では、内部チャンバ 201 の加熱時に内部チャンバ 201 と外部チャンバ 202 との間の空間を排気して、この空間の圧力を大気圧より低下させているので、外部チャンバ 202 の軟化を抑制することができる。すなわち、通常、チャンバは A l から形成されている。一方、A l は耐熱性に優れていない。それ故、A l のチャンバを 250℃ 以上に加熱すると軟化してしまう可能性がある。これに対し、本実施の形態では、内部チャンバ 201 と外部チャンバ 202 との間の空間を排気して、この空間の圧力を大気圧より低下させているので、チャンバヒータ 220 A、220 B から発せられる熱が外部チャンバ 202 に伝わり難くなる。それ故、内部チャンバ 201 を 300～500℃ に加熱した場合であっても、外部チャンバ 202 の温度上昇を抑制することができ、外部チャンバ 202 の軟化を抑制することができる。

【0075】

本実施の形態では、内部チャンバ201の加熱時に内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間を排気して、この空間の圧力を大気圧より低下させているので、内部チャンバ201の加熱効率を向上させることができる。すなわち、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間を排気して、この空間の圧力を大気圧より低下させているので、内部チャンバ201からの放熱を抑制することができる。それ故、内部チャンバ201の加熱効率を向上させることができる。

【0076】

本実施の形態では、内部チャンバ201の加熱時に外部チャンバ202を冷却しているので、外部チャンバ202の温度上昇をより抑制することができる。

【0077】

本実施の形態では、光センサ207で光の強度を測定して、測定結果に基づいてクリーニングの終点を検出するので、 Al_2O_3 等の付着物の付着状態に応じたクリーニングを行うことができる。これにより、クリーニング不足或いは過度のクリーニングによるクリーニングガスの消耗を抑制することができる。また、過度のクリーニングを抑制することができるので、スループットを向上させることができる。なお、ランプ206および光センサ207は省略しても良い。その場合にはクリーニングの終点は時間管理により行う。

【0078】

(実施例1)

以下、実施例1について説明する。本実施例では、上記第1の実施の形態で説明した基板処理装置10を用いて、 HfO_2 と Al_2O_3 をそれぞれ使用したときの温度に対する除去率を測定した。ここで、本実施例では、内部チャンバ201内壁およびサセプタ209に付着した HfO_2 や Al_2O_3 を取り除くのではなく、基板処理装置10内のサセプタ209上に HfO_2 や Al_2O_3 の薄膜が形成されたウェハWを載置して、クリーニングガスでウェハWに形成された HfO_2 や Al_2O_3 の薄膜を取り除いた。

【0079】

クリーニングガスは、主に Hhfac 、 O_2 、 N_2 から構成したものをを使用した。なお、 Hhfac 、 O_2 、 N_2 はそれぞれ 375 sccm 、 50 sccm 、 200 sccm で供給された。また、クリーニングガス中の水分含有量は 1000 ppm であった。さらに、内部チャンバ 201 内の圧力を約 $6.65 \times 10^3\text{ Pa}$ に維持した。

【0080】

内部チャンバ 201 内を上記状態に維持しながら温度を変えて 10 分間クリーニングを行った。図 5 (A) は、本実施例に係る基板処理装置 10 のサセプタ 209 の温度とウェハ W 上に形成された HfO_2 のエッチレートとの関係を表したグラフであり、図 5 (B) は、本実施例に係るサセプタ 209 の温度と Al_2O_3 の除去率との関係を表したグラフである。

【0081】

図 5 (A) に表すように、 350°C から 400°C にかけて HfO_2 のエッチレートが上昇してピークを示していることが確認された。また図 5 (B) に表すように、 300°C から 400°C にかけて Al_2O_3 の除去率が上昇してピークを示していることが確認された。

【0082】

図 6 (A) は Hhfac の化学構造を模式的に示した図であり、図 6 (B) は Hhfac で形成される錯体の化学構造を模式的に示した図である。 Hhfac のような β -ジケトンには互変異性を備えている。そのため図 6 (A) に示されるように、 Hhfac は構造 I と構造 II との 2 つの構造をとり得る。その結果、 $\text{C}=\text{O}$ 結合と $\text{C}-\text{C}$ 結合との間にわたって共有電子が非局在化する。かくして構造 II の $\text{O}-\text{H}$ 結合が離れ易くなる。この状態の Hhfac の近傍に金属原子 M 等のプラスに帯電した分子があると、上記構造 II の $\text{O}-\text{H}$ 結合が外れた Hhfac が配位して図 6 (B) のような錯体を形成すると考えられる。こうして金属原子 M に複数の Hhfac が配位して形成された錯体の状態となるため、内部チャンバ 201 内から容易に除去されることが考えられる。なお、 β -ジケトンであれば、 Hhfac に限らず、このような反応が起こるものと考えられる。

【0083】

以上のように、上記第1の実施の形態に係る方法に従ってHhfacを用いて内部チャンバ201のクリーニングを行った場合、300～450℃の実用的な温度範囲で十分なクリーニングを行うことができることが確認された。

【0084】

(実施例2)

以下、本発明の実施例2について説明する。本実施例では上記実施例1と同じ装置を使用してクリーニングガスにO₂を含ませた場合のエッチレートを調べた。クリーニングガスは、主にHhfac、O₂、N₂から構成したものを使用した。なお、Hhfac、N₂の流量比は375:200 (sccm)であった。また、クリーニングガス中の水分含有量は1000ppmであった。このクリーニングガスを6.65×10³Paの圧力で内部チャンバ201内に供給するとともにO₂の供給量を徐々に増加させてHfO₂膜のエッチレートを求めた。結果を図7に示す。エッチング時の内部チャンバ201内の温度は400℃であった。

【0085】

図7はO₂の供給量とHfO₂膜のエッチレートとの関係を表したグラフである。図7のグラフから分かるように、O₂を流量50sccmで供給した場合と、O₂を供給しない場合とではHfO₂膜のエッチレートが飛躍的に向上しているのが観察された。この結果から、クリーニングガスにO₂を含ませることが好ましいと考えられる。

【0086】

(実施例3)

以下、本発明の実施例3について説明する。本実施例では上記実施例1と同じ装置を使用してクリーニングの最適化条件を調べた。クリーニングガスは、主にHhfac、O₂、N₂から構成したものを使用した。クリーニングガス中の水分含有量は1000ppmであった。

【0087】

このクリーニングガスをチャンバ内に供給し、圧力、サセプタ209の温度、およびHhfacの流量を変化させて、処理結果に対する影響を調べた。図8に

結果を示される。

【0088】

図8 (A) はクリーニング時の圧力とHfO₂膜のエッチレートとの関係を表したグラフである。なお、Hhfac、O₂、N₂はそれぞれ375sccm、50sccm、200sccmで供給された。また、クリーニング時の内部チャンバ内の温度は400℃であり、クリーニングガス中の水分含有量は1000ppmであった。

【0089】

図8 (A) のグラフから分かるように、クリーニング時の圧力が約 6.65×10^3 Paの時にエッチレートがピークとなる。これはクリーニングガス中のHhfacとHfO₂との衝突頻度と生成する錯体の脱離速度は、クリーニング時の圧力が約 6.65×10^3 Paの時にピークを迎えるためと考えられる。

【0090】

図8 (B) はサセプタ209の温度とHfO₂膜のエッチレートとの関係を表したグラフである。なお、Hhfac、O₂、N₂はそれぞれ375sccm、50sccm、200sccmで供給された。また、処理圧力は 6.65×10^3 Paであり、クリーニングガス中の水分含有量は1000ppmであった。

【0091】

図8 (B) のグラフから分かるように、サセプタの温度が約400℃の時にエッチレートがピークとなる。これはクリーニングガス中のHhfacがHf原子に配位するためには約400℃程度の熱量が必要であるためと考えられる。

【0092】

一方、処理温度が425℃付近になるとエッチレートが著しく低下している。これは425℃になるとHhfac自身が熱のために分解してしまうためであると考えられる。

【0093】

図8 (C) はHhfacの流量とHfO₂膜のエッチレートとの関係を表したグラフである。なお、Hhfac、O₂、N₂は、流量比が375:50:200 (sccm)、即ち15:2:8で供給された。また、処理圧力は $6.65 \times$

10³ Paであり、処理温度は400℃であった。さらに、クリーニングガス中の水分含有量は1000 ppmであった。

【0094】

図8 (C) のグラフから分かるように、クリーニングガス中のH₂の流量は約375 sccmの時にエッチレートがピークとなる。

【0095】

一方、クリーニングガス中のH₂の流量が450 sccm付近になるとエッチレートが著しく低下している。これはH₂の流量が約450 sccm以上になると被処理体の表面温度が低下するためと考えられる。

【0096】

(実施例4)

以下、本発明の実施例4について説明する。本実施例では上記実施例1と同じ装置を使用してクリーニングガス中に含まれる水分およびエタノールの影響を調べた。結果を図11に示される。図9 (A) は水分の濃度とHfO₂膜のエッチレートとの関係を表したグラフであり、図9 (B) はエタノールの濃度とHfO₂膜のエッチレートとの関係を表したグラフである。

【0097】

クリーニングガスは、主にH₂、O₂、N₂から構成したものを使用した。なお、H₂、O₂、N₂は、流量比が375:50:200 (sccm)、で供給された。また、処理圧力は6.65×10³ Pa、クリーニング時の内部チャンバ201内の温度は400℃であった。図9 (A) から分かるように、水分濃度が0から約600 ppmまで緩やかに上昇し、約500 ppm辺りにピークが見られる。また、図9 (B) から分かるように、エタノールの場合は添加濃度が900~1000 ppmのときにエッチレートの急激な上昇が確認された。

【0098】

以上の結果から、クリーニングガスに含まれる水分およびエタノールの濃度はクリーニング対象となる物質の種類によって異なるが、50~5000 ppmの範囲が好ましく、100~1000 ppmの範囲が更に好ましいと考えられる。

【0099】

(第2の実施形態)

以下、本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、以下本実施の形態以降の実施の形態のうち先行する実施の形態と重複する内容については説明を省略する。

【0100】

本実施の形態では、内部チャンバ内にHhfacを溜めて内部チャンバ内に付着した Al_2O_3 を錯体化した後に、内部チャンバ内を排気する例について説明する。図10は本実施の形態に係る基板処理装置10で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【0101】

まず、 Al_2O_3 の薄膜が形成されたウェハWを内部チャンバ201内から搬送した後、減圧ポンプ217が作動して、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間の真空引きが行われる(ステップ201b)。

【0102】

その後、ヒータ210、およびチャンバヒータ220A、220Bに電流が流されて、内部チャンバ201およびサセプタ209等が加熱される。また、水冷ジャケット208内に冷却水が流されて、外部チャンバ202が冷却される(ステップ202b)。

【0103】

内部チャンバ201およびサセプタ209等の温度が約300～500℃の所定温度に到達して安定した後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが開かれてHhfacが約500sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される(ステップ203b)。

【0104】

このHhfacが内部チャンバ201内に拡散し、内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 に接触すると、Alの錯体が形成される。ここで、本実施の形態では、コンダクタンスバルブ15Bは閉じられており、内部チャンバ201内に供給されたクリーニングガスは、ほぼ排気されることなく内部チャンバ201

内に溜められる。

【0105】

十分にAl錯体が形成された後、切替バルブ16D、バルブ19D、バルブ17Dを閉じてキャリアガスおよびHhfacの供給を停止するとともにコンダクタンスバルブ15Bを開放して内部チャンバ201内を排気する（ステップ204b）。この排気により、Al錯体は気化して、内部チャンバ201内壁およびサセプタ209から離間するとともに、速やかに排気用導管204bを介して内部チャンバ201外へ排出される。その後、十分にAl錯体が内部チャンバ201外へ排出された後、クリーニングが終了される。

【0106】

本実施の形態では、内部チャンバ201内にHhfacを溜めた後に、内部チャンバ201内を排気するので、内部チャンバ201内の隅々までHhfacが行き届き、より確実に内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 を取り除くことができるという特有の効果が得られる。また、Hhfacを内部チャンバ201内に溜めた後、排気するので、Hhfacを節約することができ、コストの低減を図ることができる。

【0107】

（第3の実施の形態）

以下、本発明の第3の実施の形態について説明する。本実施の形態では、内部チャンバ内にHhfacを溜めて内部チャンバ内に付着した Al_2O_3 を錯体化した後に、内部チャンバ内を排気するという一連の処理を断続的に繰り返し行う例について説明する。図11は本実施の形態に係る基板処理装置10で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【0108】

図11に示されるように、 Al_2O_3 の薄膜が形成されたウェハWを内部チャンバ201内から搬送した後、減圧ポンプ217が作動して、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間の真空引きが行われる（ステップ201c）。

【0109】

その後、ヒータ210、およびチャンバヒータ220A、220Bに電流が流されて、内部チャンバ201およびサセプタ209等が加熱される。また、水冷ジャケット208内に冷却水が流されて、外部チャンバ202が冷却される（ステップ202c）。

【0110】

内部チャンバ201およびサセプタ209等の温度が約300～500℃の所定温度に到達して安定した後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが開かれてHhfacが約500sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される（ステップ203c）。

【0111】

十分にA1錯体が形成された後、切替バルブ16D、バルブ19D、バルブ17Dを閉じてキャリアガスおよびHhfacの供給を停止するとともにコンダクタンスバルブ15Bを開放して内部チャンバ201内を排気する（ステップ204c）。

【0112】

十分にA1錯体を内部チャンバ201外へ排出した後、内部チャンバ201内に付着しているA1₂O₃の量を確認する（ステップ205c）。この確認作業は直接内部チャンバ201内壁のA1₂O₃付着状態或いはモニタリング用のウェハに形成されたA1₂O₃の残存量を確認することによって行うことが可能である。また、内部チャンバ201に設けられた図示しない観察窓を利用して、赤外分光法により確認することも可能である。内部チャンバ201内に付着したA1₂O₃の量を確認した結果、内部チャンバ201内に付着したA1₂O₃が十分に取り除かれている場合には、クリーニングを終了する。

【0113】

反対に内部チャンバ201内に付着したA1₂O₃の量を確認した結果、内部チャンバ201内に付着したA1₂O₃が十分に取り除かれていない場合には、上記ステップ203cおよびステップ204cの操作を繰り返し行い、最終的に内部チャンバ201内に付着したA1₂O₃が十分に取り除かれるまでクリーニング操作を継続する。

【0114】

本実施の形態では、内部チャンバ201内にHhfacを溜めた後に、内部チャンバ201内を排気するという一連の処理を断続的に繰り返し行うので、錯体形成と排出とが完全に行われ、効率良く内部チャンバ201内に付着したAl₂O₃を取り除くことができるという特有の効果が得られる。

【0115】

(第4の実施の形態)

以下、本発明の第4の実施の形態について説明する。本実施の形態では、クリーニング時にのみ使用される排気用導管を配設した例について説明する。図12は本実施形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【0116】

図12に示されるように、内部チャンバ201には、排気用導管204a、204bの他にクリーニング時にのみ使用される排気用導管231がライナ232を介して接続されている。排気用導管231には、コンダクタンスバルブ233およびトラップ234が介在している。なお、排気用導管204a、204bは成膜時にのみ使用され、クリーニング時には使用されない。

【0117】

本実施の形態では、クリーニング時にのみ使用される排気用導管231を配設しているので、排気用導管204a、204b内にAl錯体等が付着するのを防止することができる。

【0118】

また、排気用導管231には、トラップ234が取り付けられているため、クリーニング時の排気中に含まれるAlの錯体等はトラップ234で除去される。その結果、トラップ234より下流側の排気用導管231内にAl錯体等が付着するのを防止することができる。

【0119】

(第5の実施の形態)

以下、本発明の第5の実施の形態について説明する。本実施の形態では、NF₃を使用してクリーニングを行う例について説明する。図13は本実施の形態に

係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【0120】

図13に示されるように、第4の原料供給ライン16dには、リモートチャンバが介在している。なお、原料タンク20D内には、Hhfacの代わりにNF₃が収容されている。リモートチャンバ241には、リモートチャンバ241内に供給されたNF₃を励起させて、NF₃からFラジカルを発生させるラジカル発生機構242が配設されている。ラジカル発生機構242は、主に、リモートチャンバ241に巻回された銅線243と銅線243に接続された高周波電源244とから構成されている。高周波電源244の作動で銅線243に13.56MHzの高周波電流が流されることにより、リモートチャンバ241内に供給されたNF₃が励起して、Fラジカルが発生する。なお、Fラジカル他に、Fイオン等も発生する。

【0121】

原料タンク20B内には、H₂Oの代わりにO₂が収容されている。本実施の形態では、ウェハW上にAl₂O₃の膜を形成するのではなく、Hf(t-OC₄H₉)₄とO₂とを使用してウェハW上にHfO₂の膜を形成する。なお、HfO₂の膜を成膜際には、バルブ17A、19A、切替バルブ16Aを開閉する代わりにバルブ17C、19C、切替バルブ16Cを開閉する。

【0122】

以下、基板処理装置10で行われるクリーニングのフローについて図14に沿って説明する。図14は本実施の形態に係る基板処理装置10で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【0123】

まず、図示しない減圧ポンプが作動して、排気用導管204bを介して内部チャンバ201内の真空引きが行われる。また、減圧ポンプ217が作動して、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間の真空引きが行われる（ステップ201d）。

【0124】

その後、ヒータ210、およびチャンバヒータ220A、220Bに電流が流

されて、内部チャンバ201およびサセプタ209等が加熱される。また、水冷ジャケット208内に冷却水が流されて、外部チャンバ202が冷却される（ステップ202d）。

【0125】

内部チャンバ201内の圧力が650Pa以下に維持され、かつ内部チャンバ201およびサセプタ209等の温度が約300～500℃の所定温度に到達して安定した後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが開かれてNF₃が約500sccmの流量で内部チャンバ201に向けて供給される。また、高周波電源244が作動して、銅線243に約13.56MHzの高周波電流が流される（ステップ203d）。銅線243に高周波電流が流されることにより、リモートチャンバ241内に供給されたNF₃が励起し、Fラジカルが発生する。発生したFラジカルは、内部チャンバ201内の排気等により、内部チャンバ201内に供給される。Fラジカルが内部チャンバ201内に供給されると、Fラジカルと内部チャンバ201の内壁面等に付着しているHfO₂とが化学反応を起し、HfF₄が生成される。生成されたHfF₄は、気化し、排気により処理チャンバ2内から速やかに排出される。

【0126】

所定時間経過後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが閉じられるとともに高周波電流の供給が停止されて、内部チャンバ201内のクリーニングが終了される（ステップ204d）。

【0127】

本実施の形態では、内部チャンバ201内にFラジカルを供給するので、内部チャンバ201内壁およびサセプタ209等に付着したHfO₂を取り除くことができる。

【0128】

（実施例5）

以下、実施例5について説明する。本実施例では、上記第5の実施の形態で説明した基板処理装置10を用いて、HfO₂の温度に対する除去率を測定した。ここで、本実施例では、内部チャンバ201内壁およびサセプタ209に付着し

た HfO_2 を取り除くのではなく、サセプタ209上に HfO_2 の薄膜が形成されたウェハWを載置して、クリーニングガスでウェハWに形成された HfO_2 の薄膜を取り除いた。クリーニングガスには、主に NF_3 と Ar とから構成したものを使用した。なお、 NF_3 、 Ar はそれぞれ500 sccm、500 sccmで供給された。また、処理圧力は200 Paであった。

【0129】

内部チャンバ201内を上記状態に維持しながら温度を変えて10分間クリーニングを行った。図15に結果を示す。図15は、本実施例に係るサセプタ209の温度と HfO_2 のエッチレートとの関係を表したグラフである。

【0130】

図15に示されるように、サセプタ209を400℃以上、好ましくは400～450℃に加熱した場合には、ウェハW上に形成された HfO_2 を NF_3 で取り除くことができた。この結果から、内部チャンバ201を400℃以上に加熱した場合には、内部チャンバ201に付着している HfO_2 を NF_3 で取り除くことができることが確認された。

【0131】

(実施例6)

以下、実施例6について説明する。本実施例では、上記第5の実施の形態で説明した基板処理装置10を用いて、 HfO_2 の温度に対する除去率を測定した。本実施例では、上記実施例5と同じ装置を使用し、 NF_3 の代わりに HCl を用いた。なお、 HCl 、 Ar はそれぞれ200 sccm、1000 sccmで供給された。また、処理圧力は、133 Paであった。

【0132】

図16に結果を示す。図16は、本実施例に係るサセプタ209の温度と HfO_2 のエッチレートとの関係を表したグラフである。

【0133】

図16に示されるように、サセプタ209を300～400℃に加熱した場合には、ウェハW上に形成された HfO_2 を HCl で取り除くことができた。この結果から、内部チャンバ201を300～400℃に加熱した場合には、内部チ

チャンバ 201 に付着している HfO_2 を HCl で取り除くことができることが確認された。

【0134】

(第 6 の実施の形態)

以下、本発明の第 6 の実施の形態について説明する。本実施の形態では、チャンバヒータの外側に反射板を配設した例について説明する。図 17 は本実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【0135】

図 17 に示されるように、チャンバヒータ 220A、220B と外部チャンバ 202 との間の空間には、チャンバヒータ 220A、220B から発せられる熱線を反射する反射板 251 が配設されている。具体的には、反射板 251 の端部は下方に折り曲げられており、両側面のチャンバヒータ 220B と外部チャンバ 202 との間に回りこんでチャンバヒータ 220B からの熱線を反射させる。反射板 220 は金属やセラミック等、熱線を反射する性質を備えた材料で形成されている。

【0136】

本実施の形態では、チャンバヒータ 220A、220B と外部チャンバ 202 との間に反射板 251 が配設されているので、チャンバヒータ 220A、220B から発せられた熱を効率よく内部チャンバ 201 に供給できる。それ故、クリーニング時に効率よく内部チャンバ 201 を加熱することができる。

【0137】

(第 7 の実施の形態)

以下、本発明の第 7 の実施の形態について説明する。本実施の形態では、チャンバの外側にチャンバヒータを配設した例について説明する。図 18 は本実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【0138】

図 18 に示されるように、外部チャンバ 202 頂部のカバープレート 202A には、開口部が設けられている。この開口部には、熱線を透過する石英製の透過窓 261 が嵌合されている。透過窓 261 の外側には、チャンバヒータ 220 が

配設されている。クリーニング時にはチャンバヒータ220に電流を流してチャンバヒータ220を発熱させる。チャンバヒータ220から発せられた熱線は、透過窓261を通過する。これにより内部チャンバ201が加熱される。なお、チャンバヒータ220の背面側には、反射板262が配設されている。

【0139】

本実施の形態では、チャンバヒータ220を外部チャンバ202の外側に配設しているので、チャンバヒータ220の保守点検を容易に行うことができる。また、同じ理由から、外部チャンバ202を小型化することができる。更に外部チャンバ202の構造を簡素化することができる。

【0140】

なお、本発明は上記第1～第7の実施の形態の記載内容に限定されるものではなく、構造や材質、各部材の配置等は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。上記第1～第7の実施形態では、クリーニングガスとしてHf a c、NF₃を使用しているが、これらに限定されない。例えば、Hf a cの以外のβ-ジケトンも使用することができる。このようなβ-ジケトンとしては、例えば、テトラメチルヘプタンジオン(H t h d)が挙げられる。また、β-ジケトンとしては、R¹(CO)CH₂(CO)R²(R¹、R²はそれぞれアルキル基又はハロゲン化アルキル基である。)の構造式を有するものが好ましい。さらに、β-ジケトンの他、アセトン、アセチルアセトンを使用することも可能である。また、NF₃以外のフッ素含有ガスを使用することもできる。フッ素含有ガスとしては、例えば、SF₆、CF₄、C₂F₆、CHF₃、HF、F₂、およびCF₃COOH等が挙げられる。また、フッ素含有ガスの代わりに塩素含有ガスを使用することも可能である。塩素含有ガスとしては、例えば、HCl、Cl₂、およびBCl₃等が挙げられる。

【0141】

上記第1～第7の実施の形態では、処理ガスとして、TMAとH₂O、或いはHf(t-OC₄H₉)₄とO₂を使用しているが、その他のガスを使用することも可能である。例えば、TMAとO₃、TiCl₄とNH₃、TiF₄とNH₃、TiBr₄とNH₃、TiI₄とNH₃、Ti[N(C₂H₅CH₃)₂]

4 (TDMAT) と NH_3 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ (TDMAT) と NH_3 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ (TDEAT) と NH_3 、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と O_2 、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と H_2O 、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と H_2O_2 、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と O_3 、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と O_3 、 $\text{Zr}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と O_3 、或いは $\text{Zr}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と O_3 を使用してもよい。なお、 TiF_4 と NH_3 、 TiBr_4 と NH_3 、 TiI_4 と NH_3 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}_3)_2]_4$ (TEMAT) と NH_3 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ (TDMAT) と NH_3 、或いは $\text{Ti}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ (TDEAT) と NH_3 を使用した場合には、ウェハW上にTiN膜が形成される。また、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と O_2 、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と H_2O 、或いは $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と H_2O_2 を使用した場合には、ウェハW上に Ta_2O_5 膜が形成される。また、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と O_3 、或いは $\text{Hf}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と O_3 を使用した場合には、ウェハW上に HfO_2 膜が形成される。さらに、 $\text{Zr}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と O_3 、或いは $\text{Zr}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と O_3 を使用した場合には、ウェハW上に ZrO_2 膜が形成される。なお、処理ガス或いはクリーニングガスは、シャワーヘッドにより供給することも可能である。

【0142】

上記第1～第7の実施の形態では、TMAと H_2O 、或いは $\text{Hf}(\text{t-OC}_4\text{H}_9)_4$ と O_2 をこの順序で供給する方法が挙げられるが、このような順序で供給しなくてもよい。更に、TMAと H_2O 、或いは $\text{Hf}(\text{t-OC}_4\text{H}_9)_4$ と O_2 を同時に供給してもよい。なお、上記したその他のガスについても同様である。

【0143】

上記第1～第7の実施の形態では、内部チャンバ201内から排気してTMA等を排出しているが、排気の際に Ar_2 や N_2 のようなパージガスを内部チャンバ201内に供給することも可能である。

【0144】

上記第1～第7の実施の形態では、基板としてウェハWを用いる場合を想定して説明したが、基板は液晶表示装置(LCD)用のガラス基板であってもよい。

【0145】

上記第1～第7の実施の形態では、基板処理装置10を用いて説明しているが、物理気相成長処理装置（PVD処理装置）およびメッキ処理装置のような成膜装置、エッチング処理装置、或いは化学的機械的研磨処理装置（CMP処理装置）を用いることも可能である。なお、エッチング処理装置の場合、エッチングガスを交互に供給しても、或いは同時に供給してもよい。

【0146】

【発明の効果】

以上、詳説したように、本発明の基板処理方法のクリーニング方法および基板処理装置によれば、内部チャンバ内のクリーニングを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は第1の実施の形態に係る基板処理装置の構成を示した図である。

【図2】 図2は第1の実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【図3】 図3は第1の実施の形態に係る基板処理装置で行われる成膜のフローチャートである。

【図4】 図4は第1の実施の形態に係る基板処理装置で行われるクリーニングのフローチャートである。

【図5】 図5（A）は実施例1に係るサセプタの温度と HfO_2 のエッチレートとの関係を表したグラフであり、図5（B）は実施例1に係るサセプタの温度と Al_2O_3 の除去率との関係を表したグラフである。

【図6】 図6（A）は Hhfac の化学構造を模式的に示した図であり、図6（B）は Hhfac で形成される錯体の化学構造を模式的に示した図である。

【図7】 図7は O_2 の供給量と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を表したグラフである。

【図8】 図8（A）はクリーニング時の圧力と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を表したグラフであり、図8（B）はサセプタの温度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を表したグラフであり、図8（C）は Hhfac の流量と Hf

O₂膜のエッチレートとの関係を表したグラフである。

【図9】 図9 (A) は水分の濃度とHfO₂膜のエッチレートとの関係を表したグラフであり、図9 (B) はエタノールの濃度とHfO₂膜のエッチレートとの関係を表したグラフである。

【図10】 図10は第2の実施の形態に係る基板処理装置で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【図11】 図11は第3の実施の形態に係る基板処理装置で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【図12】 図12は第4の実施形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【図13】 図13は第5の実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【図14】 図14は第5の実施の形態に係る基板処理装置で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

【図15】 図15は実施例5に係るサセプタの温度とHfO₂のエッチレートとの関係を表したグラフである。

【図16】 図16は実施例6に係るサセプタの温度とHfO₂のエッチレートとの関係を表したグラフである。

【図17】 図17は第6の実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

【図18】 図18は第7の実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

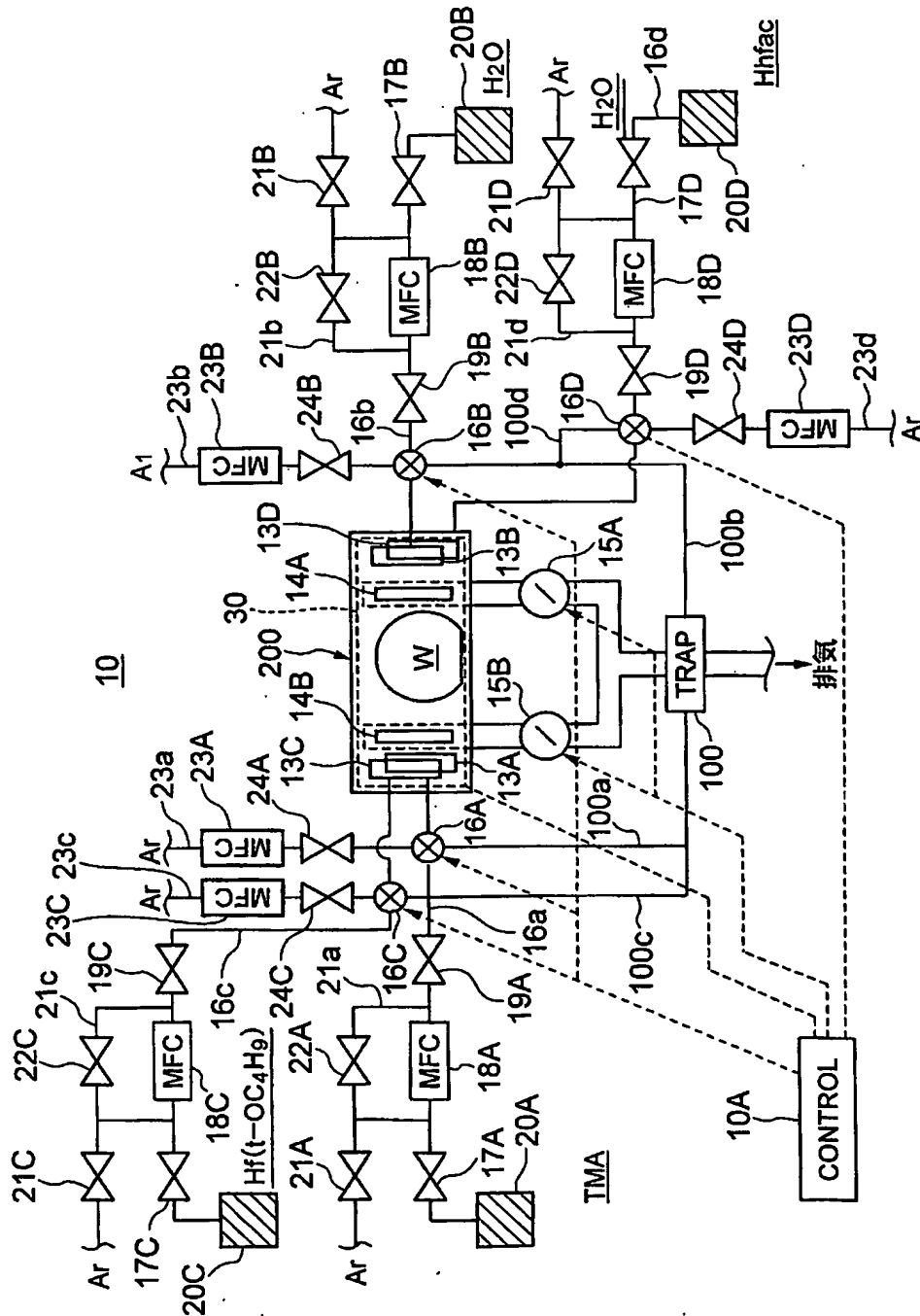
【符号の説明】

W…ウェハ、10…基板処理装置、200…処理容器、201…内部チャンバ
202…外部チャンバ、217…減圧ポンプ、220…チャンバヒータ。

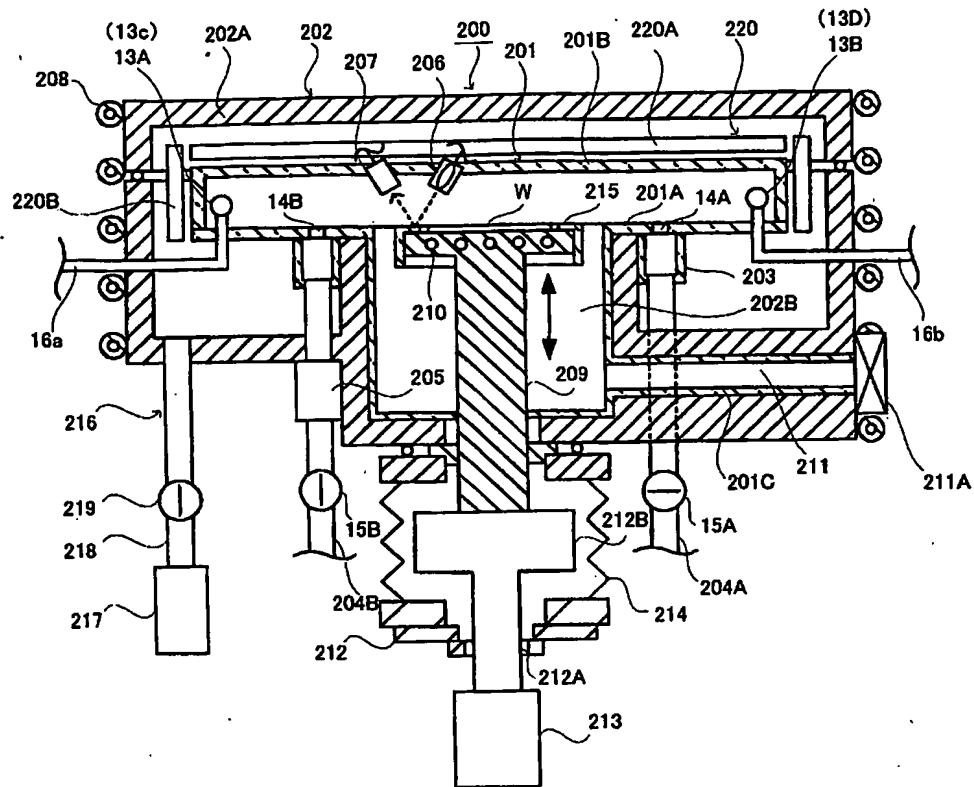
【書類名】

図面

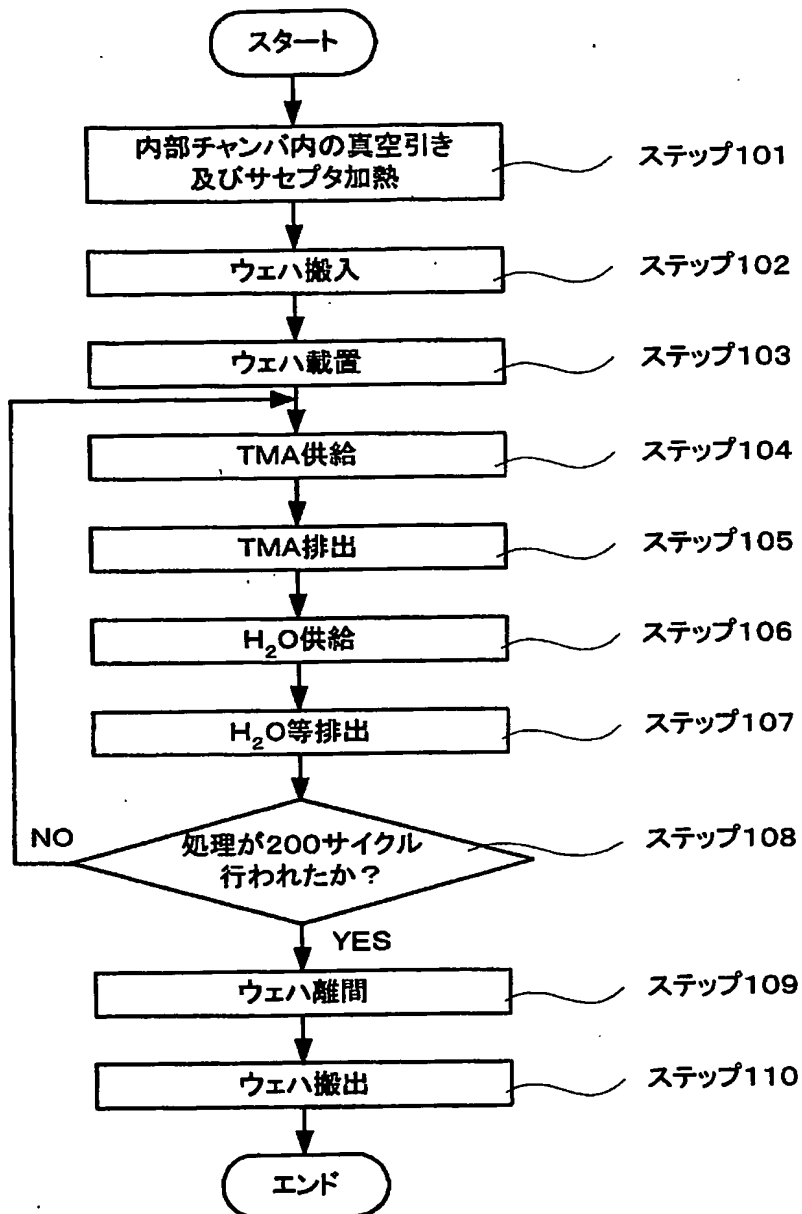
【図1】



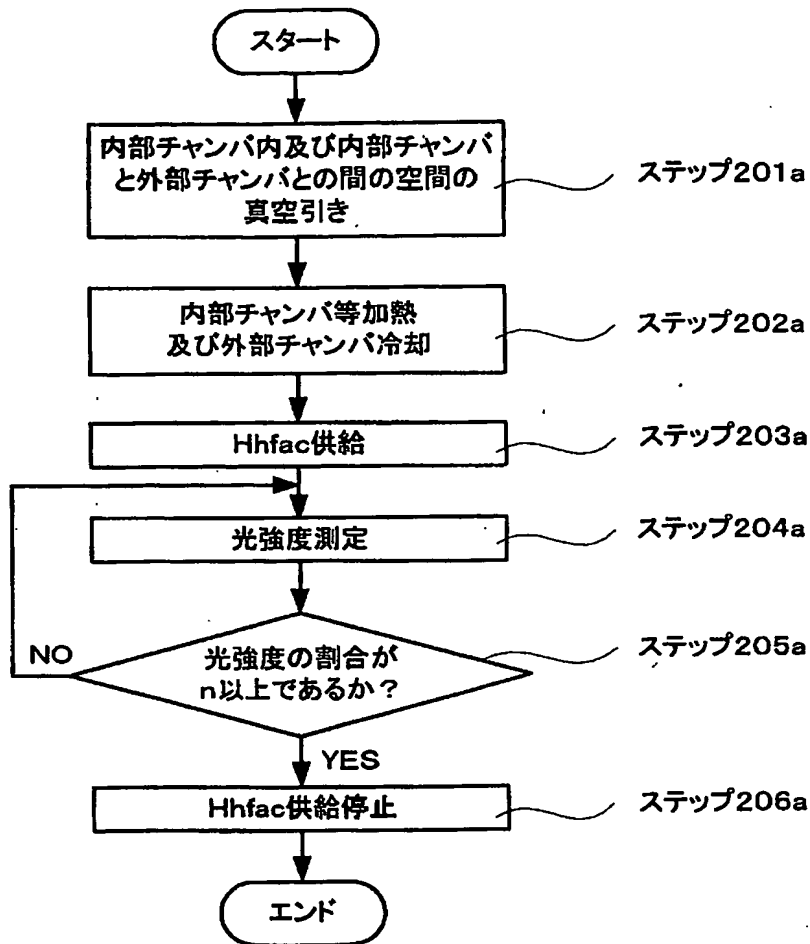
【図 2】



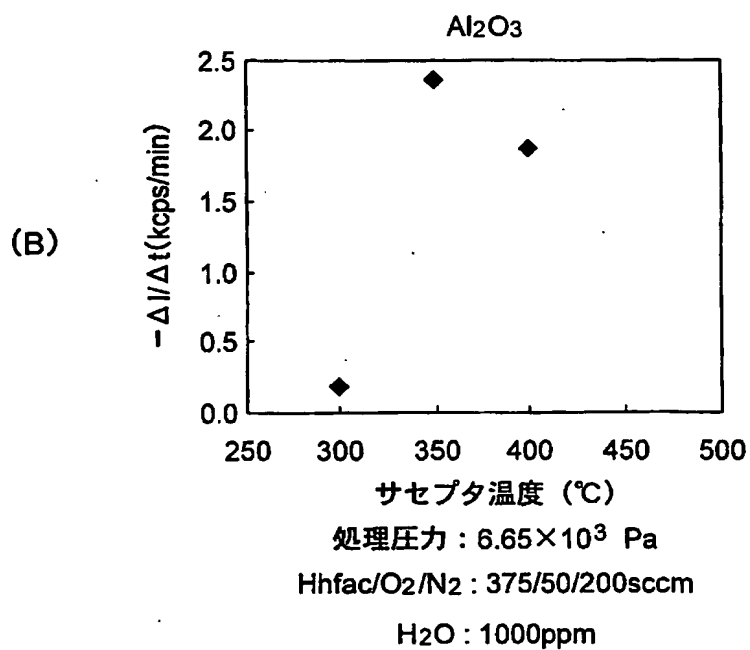
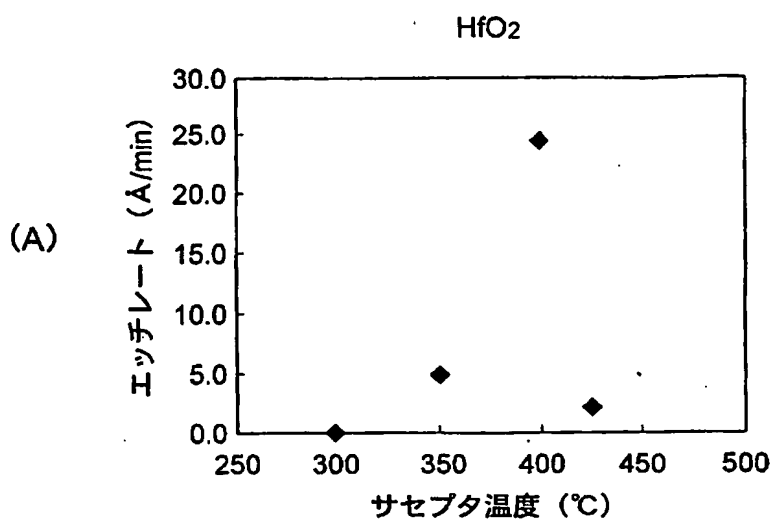
【図3】



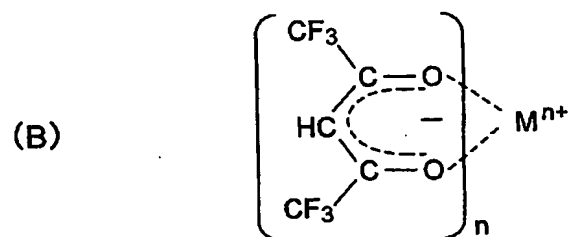
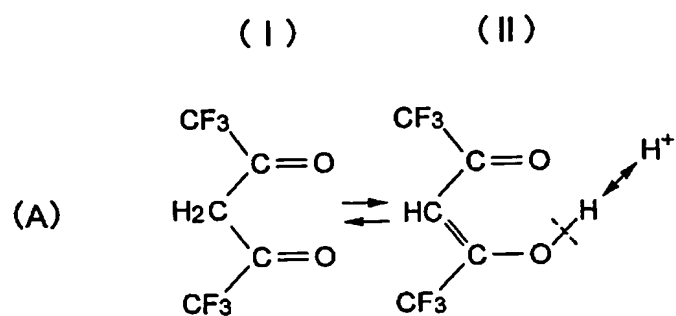
【図 4】



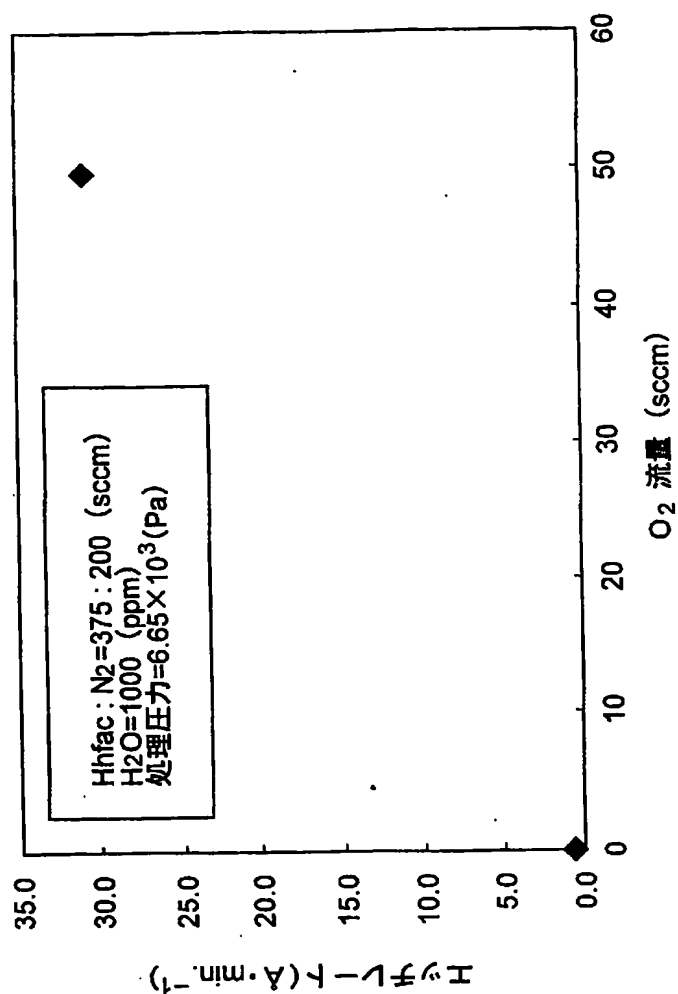
【図 5】



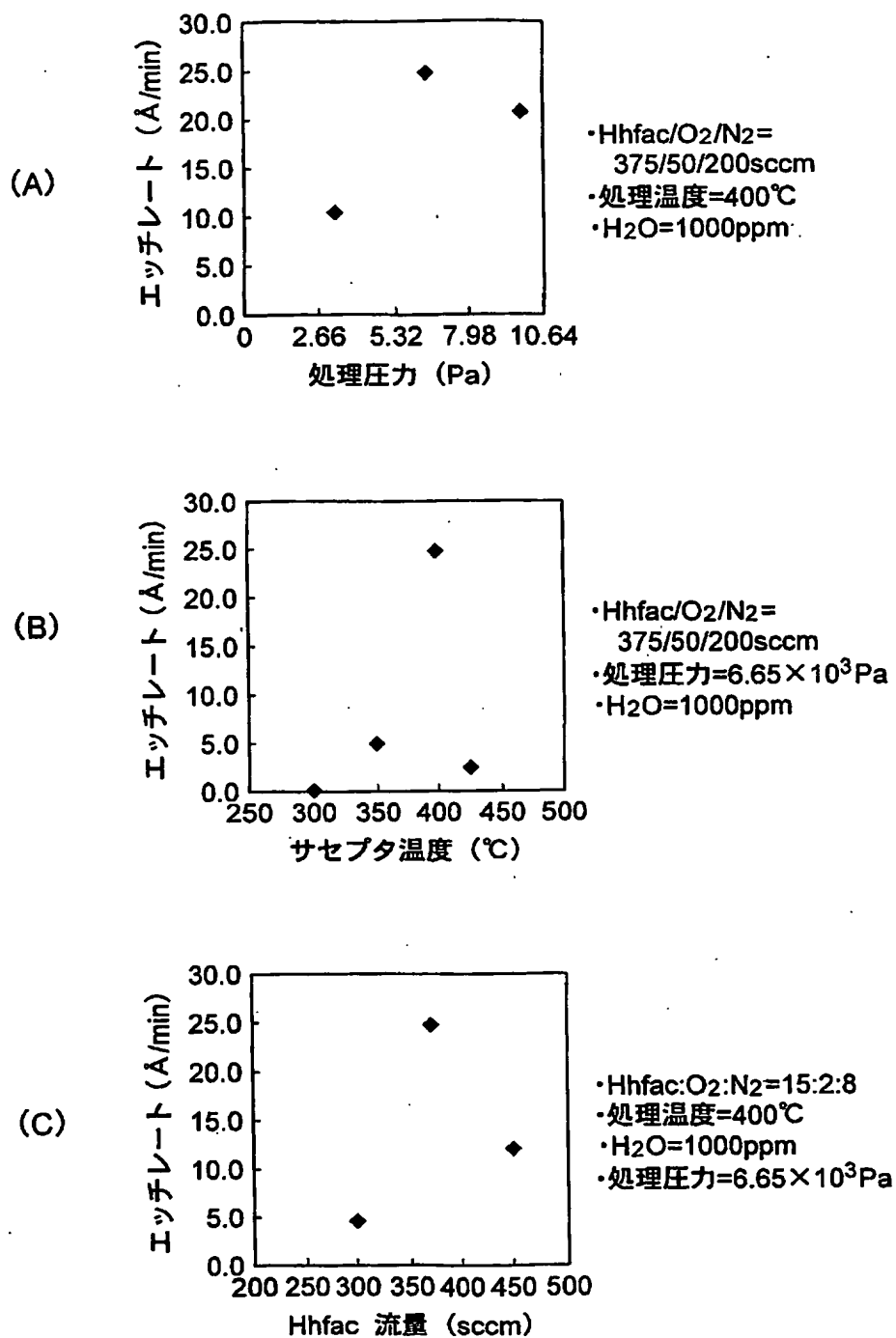
【図6】



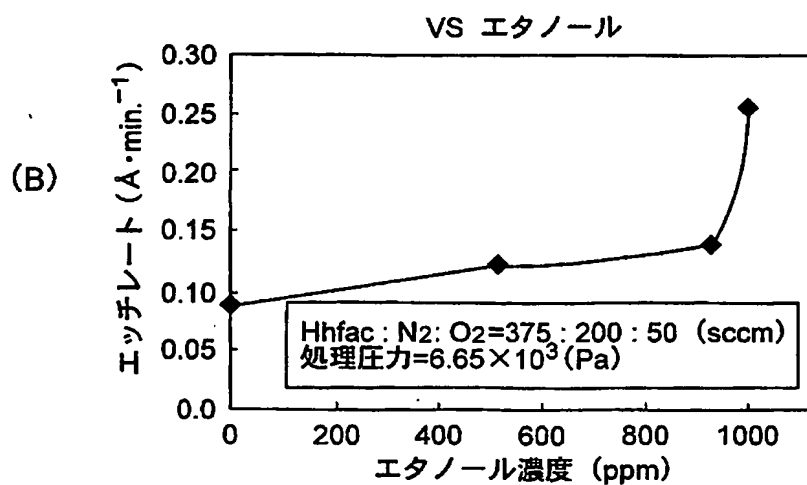
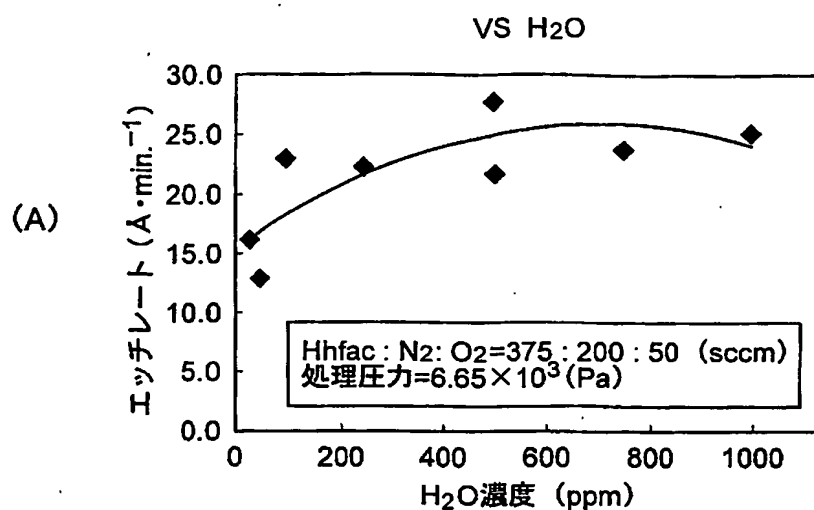
【図7】



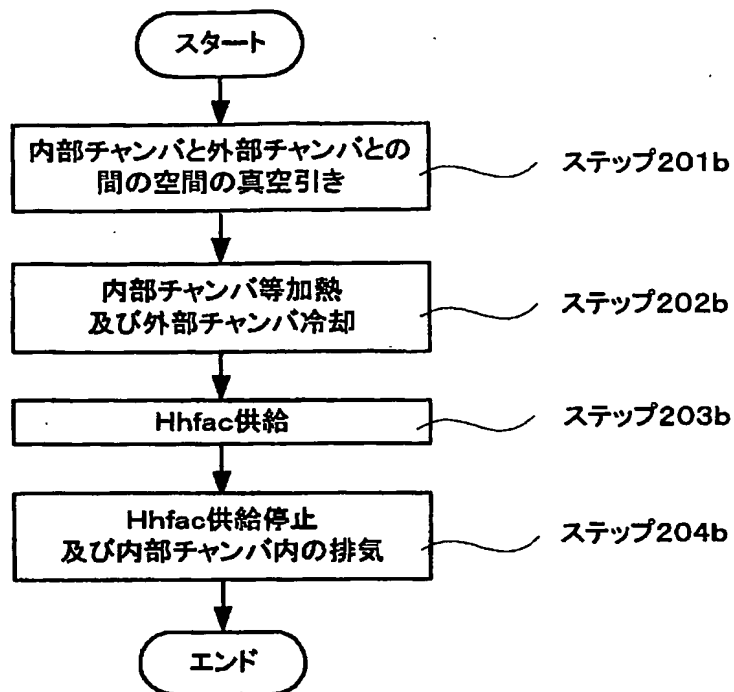
【図 8】



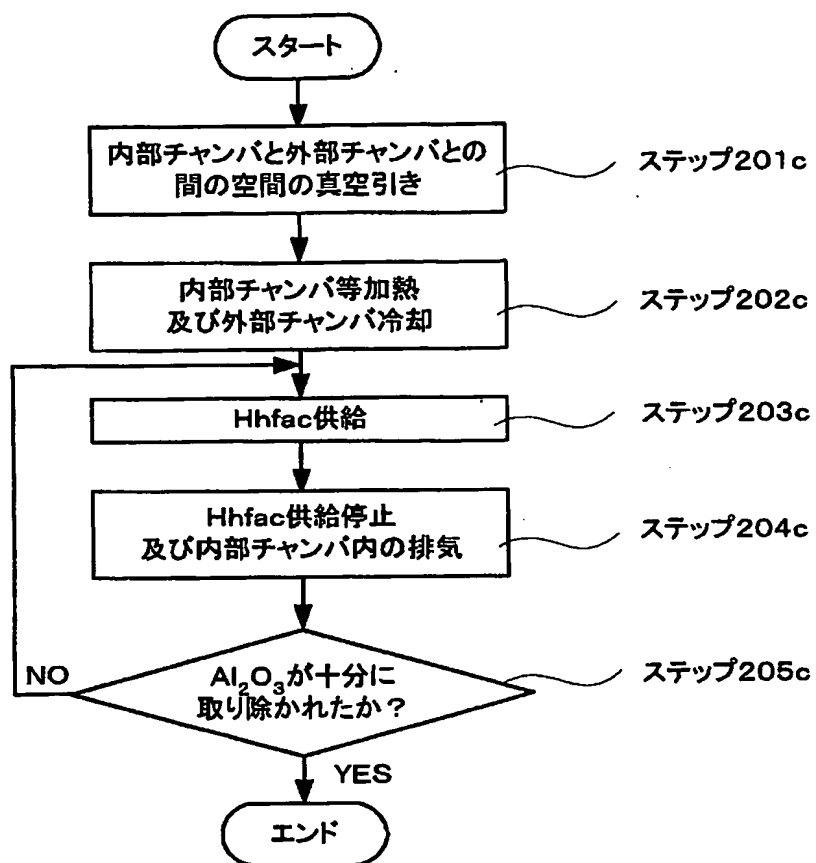
【図9】



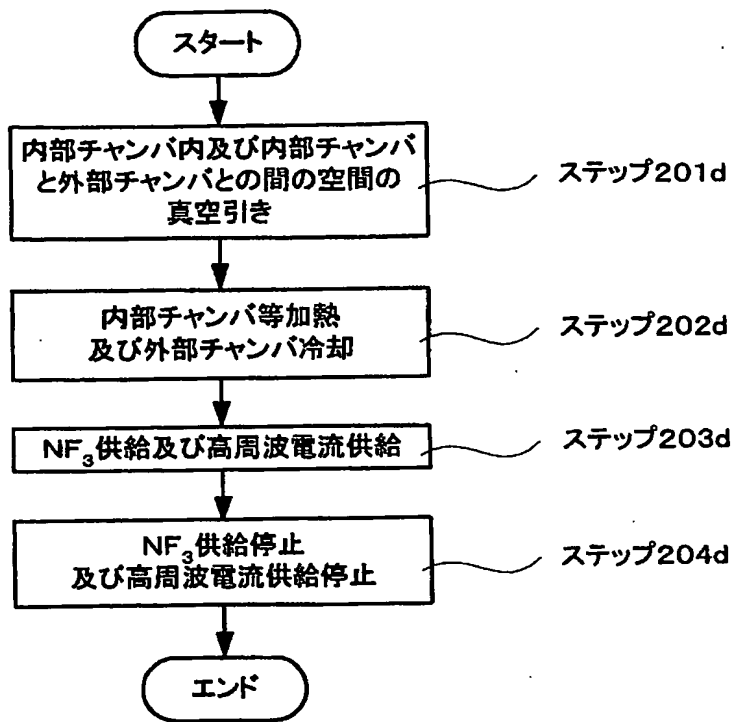
【図 10】



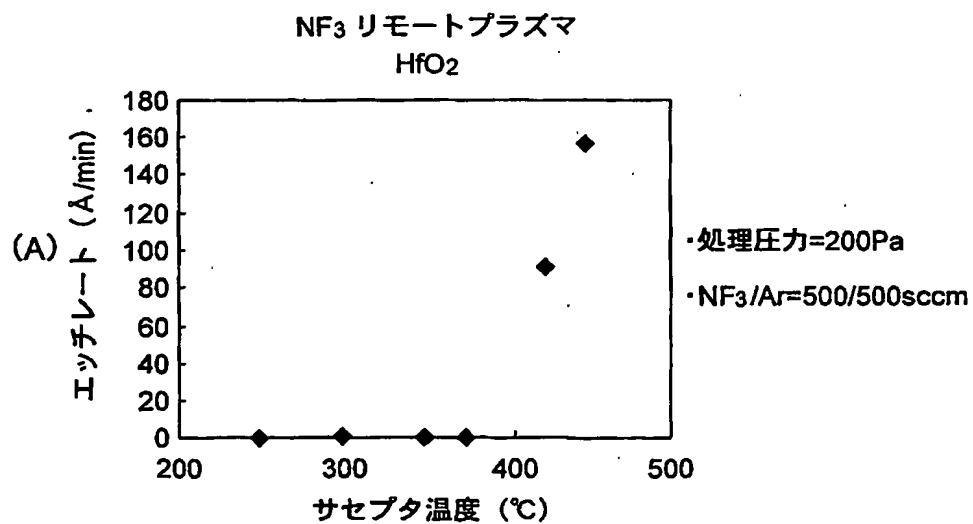
【図 11】



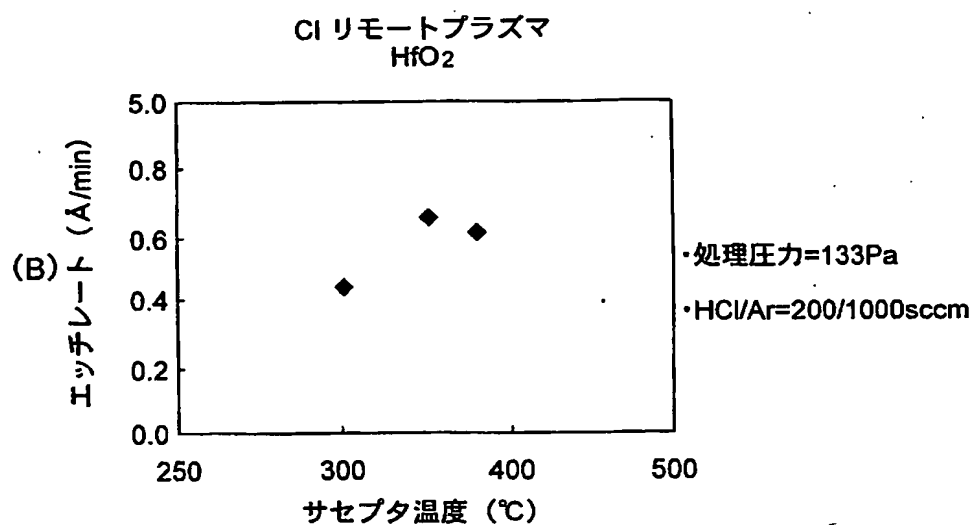
【図14】



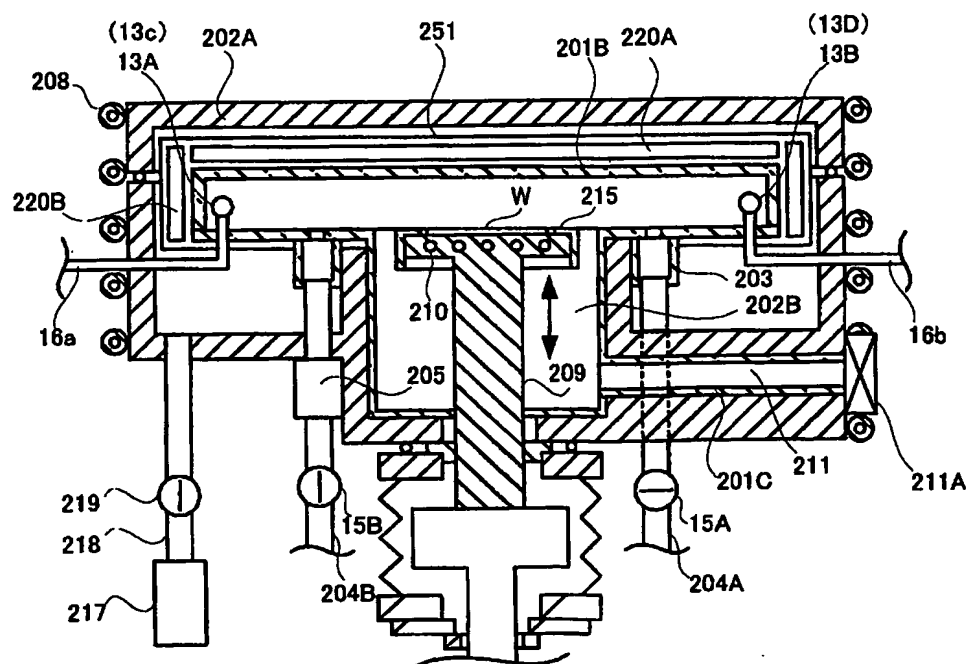
【図15】



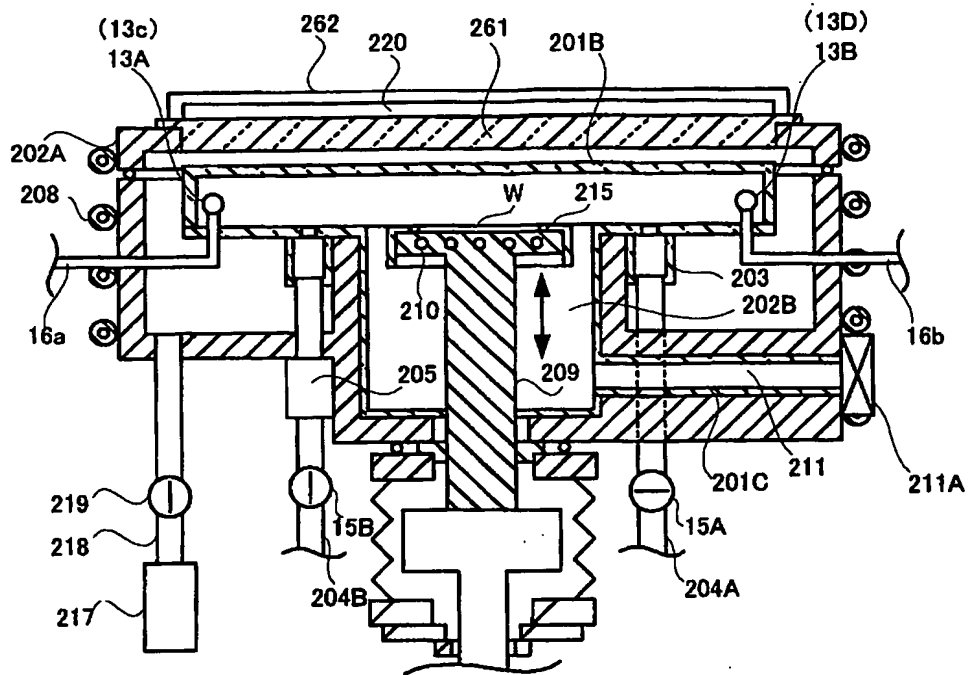
【図16】



【図17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内部チャンバ内のクリーニングを行うことができる基板処理装置のクリーニング方法および基板処理装置を提供する。

【解決手段】 基板処理装置10の処理容器200は、内部チャンバ201と、内部チャンバ201全体を内包する外部チャンバ202を備えている。内部チャンバ201と外部チャンバ202との間には空間には、チャンバヒータ220A、220Bが配設されている。また、外部チャンバ202には、減圧ポンプ217が排気用導管218を介して接続されている。クリーニング時にはチャンバヒータ220A、220Bにより内部チャンバ201を300～500℃の所定温度に加熱するとともに内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間を排気する。

【選択図】 図2

特願2002-197365

出願人履歴情報

識別番号

[000219967]

- | | |
|----------|----------------|
| 1. 変更年月日 | 1994年 9月 5日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 東京都港区赤坂5丁目3番6号 |
| 氏 名 | 東京エレクトロン株式会社 |
| | |
| 2. 変更年月日 | 2003年 4月 2日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 東京都港区赤坂五丁目3番6号 |
| 氏 名 | 東京エレクトロン株式会社 |